Progetto "Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)" – Studio di impatto ambientale

Allegato 20 – Relazione idrogeologica

PREPARATA PER

Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l.

DATA
Settembre 2026

REFERIMENTO
0764977

INFORMAZIONI DOCUMENTO

TITOLO	**Progetto "Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)" – Studio di impatto ambientale**
SOTTOTITOLO	Allegato 20 – Relazione idrogeologica
NUMERO DI PROGETTO	0764977
Data	Settembre 2026
Versione	Final
Autore	ERM
Cliente	Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l.

CRONOLOGIA REVISIONI

				APPROVAZIONE ERM		
VERSIONE	REVISIONE	AUTORE	RIVISTO DA	NOME	DATA	COMMENTI
Final	000	ERM	Michele Remonti, Chiara Samale	Marco Miori	Settembre 2026	

PAGINA DELLE FIRME

Progetto "Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)" – Studio di impatto ambientale

Allegato 20 – Relazione idrogeologica

0764977

Marco Miori
Partner

Chiara Samale
Project Manager

Jacopo Signorini
Project Director

ERM Italia S.p.A.
Via San Gregorio, 38
20124 Milano - Italia
Tel: +39 02 674401

© Copyright 2026 by The ERM International Group Limited and/or its affiliates ('ERM'). All Rights Reserved.
No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, without prior written permission of ERM.

INDICE

1. INTRODUZIONE 1

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO 3

2.1 STRATIGRAFIE DEL SITO 6

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO 8

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 10

4.1 ACQUIFERO TRADIZIONALE 12

4.2 ACQUIFERO PROFONDO 13

4.3 PIEZOMETRIA 14

4.4 SEZIONI IDROGEOLOGICHE 17

5. MODELLO NUMERICO DI FLUSSO 25

5.1 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO NUMERICO 25

5.2 SIMULAZIONE DELLA FASE DI CANTIERE (DEWATERING) 26

5.2.1 Gestione delle acque di falda emunte 29

5.3 SIMULAZIONE DELLA FASE DI ESERCIZIO 29

6. CONCLUSIONI 32

ELENCO DELLE TABELLE NEL TESTO

TABELLA 4-1 MONITORAGGIO ACQUE DI FALDA – 21 MARZO 2021 15

ELENCO DELLE FIGURE NEL TESTO

FIGURA 2-1 STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA DEL CARG "FOGLIO MILANO" CON LEGENDA E INDICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO (LINEA ROSSA) 5

FIGURA 2-2 POSIZIONE SONDAGGI PER INDAGINI GEOGNOSTICHE 6

FIGURA 3-1 DISTRIBUZIONE DEI FONTANILI NELLE AREE ADIANCENTI AL SITO 9

FIGURA 4-1 SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DEGLI ACQUIFERI IN LOMBARDIA (GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI PADANI DELLA REGIONE LOMBARDIA", EDITA DA REGIONE LOMBARDIA-ENI 11

FIGURA 4-2 STRALCIO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA DEL PGT DEL COMUNE DI SETTIMO MILANESE, CON EVINDENZIATA IN ROSSO L'AREA DI SITO 15

FIGURA 4-3 PIEZOMETRIA PRIMA FALDA SETTEMBRE 2025, MODIFICATO DALLA PIEZOMETRIA DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO (SITO REGIONE LOMBARDIA) 17

FIGURA 4-4 TRACCIA DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE A SCALA DI BACINO ("GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI PADANI DELLA REGIONE LOMBARDIA", EDITA DA REGIONE LOMBARDIA-ENI) 18

FIGURA 4-5 SEZIONE IDROGEOLOGICA A SCALA DI BACINO ("GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI PADANI DELLA REGIONE LOMBARDIA", EDITA DA REGIONE LOMBARDIA-ENI) 19

FIGURA 4-6 TRACCIA DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE (AVANZINI ET ALII, 1995) 20

FIGURA 4-7 ESTRATTO SEZIONE 11 DELLA PROVINCIA DI MILANO (AVANZINI ET ALII, 1995), CON INDICAZIONE DELLA GEOMETRIA DEI GRUPPI ACQUIFERI E DELLA PROFONDITÀ DELLA BASE DEL GRUPPO ACQUIFERO A E DEL GRUPPO ACQUIFERO B 21

FIGURA 4-8 ESTRATTO SEZIONE F DELLA PROVINCIA DI MILANO (AVANZINI ET ALII, 1995), CON INDICAZIONE DELLA GEOMETRIA DEI GRUPPI ACQUIFERI E DELLA PROFONDITÀ DELLA BASE DEL GRUPPO ACQUIFERO A 22

FIGURA 4-9 STRALCIO DELLA TAVOLA IDROGEOLOGICA DEL COMUNE DI SETTIMO MILANESE (PGT 2009) CON LE TRACCIA DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE A-A' E B-B' 23

FIGURA 4-10 SEZIONE IDROGEOLOGICA NNO-SSE (FUORI SCALA, PGT 2009) 24

FIGURA 4-11 SEZIONE IDROGEOLOGICA ONO-ESE (FUORI SCALA, PGT 2009) 24

FIGURA 5-1 SEZIONE DI PROGETTO DELLA FONDAZIONE DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE 26

FIGURA 5-2 ANDAMENTO DEL LIVELLO PIEZOMETRICO SIMULATO NELL'AREA DI DRENAGGIO 27

FIGURA 5-3 ANDAMENTO DELLA PORTATA DI EMUNGIMENTO DURANTE IL PERIODO DI DEWATERING. 28

FIGURA 5-4 CONO DI DEPRESSIONE SIMULATO AL TERMINE DELLE ATTIVITÀ DI DEWATERING. LE ISOLINEE RAPPRESENTANO L'ABBASSAMENTO PIEZOMETRICO (M) RISPETTO ALLE CONDIZIONI INIZIALI. 29

FIGURA 5-5 SEZIONE TRASVERSALE DEL DATA HALL CON INDICAZIONE DELLA STRUTTURA PORTANTE E DELLE FONDAZIONI. 30

FIGURA 5-6 RAPPRESENTAZIONE DELLE OPERE PREVISTE IN FASE DI ESERCIZIO (PALI DI FONDAZIONE E VASCHE DI LAMINAZIONE) E DELLE RELATIVE INTERFERENZE SUL REGIME DI FLUSSO DELLA FALDA. 31

1. INTRODUZIONE

Il presente documento è stato predisposto in ottemperanza alle richieste di integrazione formulate dalle Autorità competenti nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., relativo al progetto "*Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)"* nel Comune di Settimo Milanese (MI), proposto da Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l. Il progetto era precedentemente indicato come "*Data Center ML10 e ML11*" e ha assunto l'attuale configurazione e denominazione a seguito di una modifica del layout progettuale oggetto del presente studio.

In particolare, il documento, che costituisce un allegato del SIA ex-novo rispetto a quanto presentato in prima istanza, risponde alle richieste di documentazione integrativa formulate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) con nota del 15/05/2026, prot. n. 0104129, con specifico riferimento alle seguenti richieste:

- *Richiesta 4.1 Inquadramento idrogeologico e interazioni con la falda*

  Considerata la presenza nell'area di una falda superficiale e di un sistema di fontanili alimentati dalla falda, si richiede di:

  - *fornire un approfondimento idrogeologico di dettaglio dell'area di progetto, comprensivo di stratigrafia, livelli piezometrici e dinamica della falda;*
  - *valutare le potenziali interferenze tra le opere di progetto (scavi, fondazioni, reti interrate) e la falda superficiale, sia in fase di costruzione sia in fase di esercizio;*
  - *descrivere le modalità di gestione delle acque di falda in fase di cantiere, qualora si rendessero necessari drenaggi temporanei.*

- *Richiesta 5.1*

  Cartografia geologica a scala adeguata rispetto all'intervento.

Parallelamente, il presente documento risponde anche alle richieste di integrazione formulate da Regione Lombardia con nota del 27/03/2026, prot. n. 0067654, con specifico riferimento alle seguenti richieste:

- *Richiesta 5.3 Acque sotterranee*

  Considerata la bassa soggiacenza della falda freatica, la profondità degli scavi previsti che interesseranno il livello statico della falda stessa, la realizzazione di fondazioni su pali spinti sino a -20 m da piano campagna che interferiscono sul flusso idrico sotterraneo in relazione alla presenza della testa di un fontanile immediatamente a valle idrogeologico dell'area che potrebbe risentire dal punto di vista idrodinamico delle attività di realizzazione dell'opera, dovrà essere prodotta:

  - *una valutazione dell'interferenza delle fondazioni con il flusso idrico sotterraneo tramite modellistica e dando evidenza della stratigrafia del sottosuolo tramite sezioni di dettaglio idrogeologiche;*
  - *una valutazione degli eventuali contaminati chimici che potrebbero interessare le acque sotterranee nelle varie fasi di realizzazione, anche in considerazione delle attività di demolizione degli edifici dismessi presenti ed esercizio dell'opera;*

- *una valutazione dell'interferenza del bacino di fitodepurazione e bioswale con le acque sotterranee quali eventuale via di potenziale contaminazione delle acque sotterranee.*

- *Richiesta 10.2 Piano di monitoraggio ambientale: Acque sotterranee*
  Considerata l'elevata vulnerabilità della falda superficiale a causa della ridotta soggiacenza, la presenza a valle idrogeologica del fontanile Malandrone e la profondità massima prevista degli scavi per la realizzazione dell'opera, si ritiene necessario che nel piano di monitoraggio ambientale siano considerate le acque sotterranee, con la proposta di un monitoraggio ante-operam, in corso d'opera e post-operam.

In merito alla Richiesta 10.2, si specifica che questo documento contiene risposta per *Considerata l'elevata vulnerabilità della falda superficiale a causa della ridotta soggiacenza, la presenza a valle idrogeologica del fontanile Malandrone e la profondità massima prevista degli scavi per la realizzazione dell'opera,* mentre si rimanda al Capitolo 6 del SIA per *si ritiene necessario che nel piano di monitoraggio ambientale siano considerate le acque sotterranee, con la proposta di un monitoraggio ante-operam, in corso d'opera e post-operam.*

Il presente elaborato si inserisce in tale contesto con l'obiettivo di rispondere alle richieste delle Autorità competenti.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto geologico e geomorfologico dell'area milanese è il risultato dell'evoluzione sedimentaria che ha interessato il margine meridionale delle Alpi durante il Pliocene e il Quaternario. In seguito al ritiro del mare pliocenico, l'area è stata progressivamente colmata da depositi continentali di origine fluviale, lacustre e fluvioglaciale, successivamente modellati dalle principali glaciazioni pleistoceniche (Mindel, Riss e Würm). L'alternanza di fasi deposizionali ed erosive ha portato alla formazione della vasta successione di sedimenti quaternari che costituisce il sottosuolo della Pianura Padana lombarda.

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio milanese appartiene alla fascia della media pianura e risulta caratterizzato da una superficie subpianeggiante con debole pendenza regionale da nord-ovest verso sud-est. Le forme naturali originarie risultano oggi quasi completamente mascherate dall'urbanizzazione e dalle profonde modificazioni antropiche intervenute nel corso dei secoli.

L'area di interesse è ubicata nel Comune di Settimo Milanese, a quote comprese tra circa 125 e 140 m s.l.m.; il sito in esame si colloca a una quota media di circa 134 m s.l.m. Essa ricade nell'ambito del Livello Fondamentale della Pianura (LFP), costituito da depositi fluvioglaciali e alluvionali quaternari derivanti dall'attività dei sistemi deposizionali alimentati dagli apparati glaciali alpini.

Nell'ambito del territorio comprendente Settimo Milanese si riconosce, secondo quanto riportato dalla cartografia ufficiale (Foglio 118 "MILANO" della Carta geologica del Progetto CARG), per il settore nord-occidentale della pianura milanese, i terreni affioranti e subaffioranti sono attribuibili prevalentemente al **Fluvioglaciale Rissiano-Wurmiano**, tradizionalmente definito **Diluvium Recente**, che costituisce il livello principale della pianura. Tali depositi derivano dalle fasi finali dell'evoluzione fluvioglaciale quaternaria e si sviluppano in continuità con gli estesi corpi sedimentari presenti tra il Ticino e l'Adda.

Dal punto di vista litologico, il sottosuolo è caratterizzato prevalentemente da depositi ghiaioso-sabbiosi con subordinate intercalazioni limoso-argillose. Le litologie grossolane costituiscono la componente predominante della successione e conferiscono ai terreni elevata permeabilità e buone caratteristiche di trasmissività idraulica. Tali depositi sono attribuibili principalmente alle unità fluvioglaciali del Diluvium Medio e del Diluvium Recente, formatesi in ambienti deposizionali di piana fluvioglaciale caratterizzati da corsi d'acqua a canali intrecciati (braided).

Nella porzione superficiale della successione è frequentemente presente un livello alterato di spessore variabile, costituito da materiali sabbioso-limosi e argillosi interessati da processi pedogenetici. Tali orizzonti argillitici hanno uno spessore variabile tra 20 e 55 cm, con una tessitura tendenzialmente franca o, in subordine, franco-sabbiosa. Lo scheletro (frammenti maggiori di 2 mm) è in genere superiore al 10-15% e cresce con la profondità; una discontinuità è comunemente presente in vicinanza del limite superiore dell'orizzonte sottostante. All'interno dell'area urbana tale orizzonte risulta spesso rimaneggiato o sostituito da depositi di riporto antropico legati ai processi di urbanizzazione e alle numerose trasformazioni edilizie che hanno interessato l'area.

Al di sotto dei livelli superficiali si rinvengono generalmente potenti successioni di ghiaie e sabbie. Le ghiaie sono costituite da clasti poligenici ben arrotondati, di dimensioni variabili da

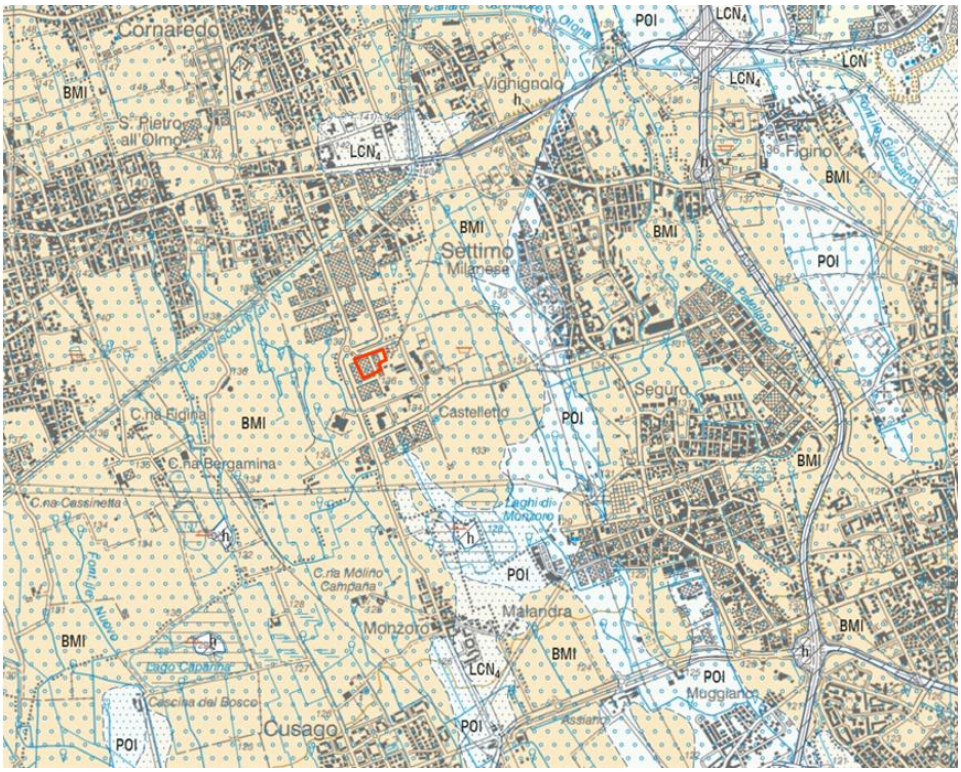
centimetriche a pluricentimetriche, organizzati in lenti e strati a diversa granulometria. Sono frequenti livelli sabbiosi intercalati alle ghiaie e passaggi laterali graduali verso facies più fini, a testimonianza dell'elevata variabilità deposizionale dei sistemi fluvioglaciali quaternari.

Le sabbie risultano costituite prevalentemente da granuli quarzosi, con presenza subordinata di feldspati, miche e frammenti carbonatici. Al di sotto della superficie freatica tali materiali tendono generalmente a risultare impoveriti della frazione limoso-argillosa per effetto dei processi di lisciviazione operati dalla circolazione delle acque sotterranee, assumendo pertanto caratteristiche granulometriche più pulite e maggiore permeabilità.

Nel settore nord-occidentale della provincia di Milano predominano generalmente le facies a ghiaia prevalente e a ghiaia-sabbia prevalente, mentre le facies più fini a prevalenza sabbioso-limosa risultano meno diffuse e spesso limitate a livelli lenticolari di modesta estensione laterale. Le intercalazioni limoso-argillose, pur presenti, non costituiscono generalmente orizzonti continui e risultano distribuite in maniera eterogenea all'interno della successione.

Secondo la cartografia geologica del Progetto CARG (Foglio 118 "Milano"), il territorio del Comune di Settimo Milanese è interessato dalla presenza di diverse unità geologiche quaternarie, tra cui il Sintema del Po (POI), il Sintema di Cantù (LCN), il Sintema di Ronchetto delle Rane (CLN_4) e l'Unità di Minoprio (BMI). Il sito in esame ricade nello specifico all'interno dell'**Unità di Minoprio (BMI)**, appartenente al **Supersintema di Besnate**. L'Unità di Minoprio è costituita da depositi fluvioglaciali attribuiti al **Pleistocene superiore**, formatisi in relazione alle ultime fasi dell'evoluzione glaciale quaternaria. Dal punto di vista litologico, essa è caratterizzata prevalentemente da **ghiaie e ghiaie sabbiose**, localmente associate a intercalazioni sabbiose e subordinati livelli limoso-argillosi. Tali depositi costituiscono una porzione del **Livello Fondamentale della Pianura** e rappresentano le facies più tipiche della media pianura lombarda. Dal punto di vista idrogeologico, tali depositi contribuiscono parte dell’acquifero superficiale che caratterizza la pianura milanese.

FIGURA 2-1 STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA DEL CARG "FOGLIO MILANO" CON LEGENDA E INDICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO (LINEA ROSSA)



SUCCESSIONE CONTINENTALE QUATERNARIA

Pleistocene superiore - Olocene

POI — **SINTEMA DEL PO**
Ghiaie a supporto clastico e di matrice; sabbie, limi e limi debolmente argillosi (depositi fluviali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli poco evoluti (Entisuoli ed Inceptisuoli); colori prevalenti 10YR e 2.5Y.
PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

LCN — **SUPERSINTEMA DEI LAGHI: SINTEMA DI CANTÙ**
Ghiaie a prevalente supporto clastico, con matrice sabbiosa; sabbie ghiaiose; sabbie, sabbie limose, limi sabbioso argillosi massivi (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli moderatamente evoluti (Inceptisuoli e Alfisuoli), con spessori prossimi al metro; colore 10YR e 2.5Y; debole idromorfia nei settori meridionali del Foglio. Copertura loessica assente.
PLEISTOCENE SUPERIORE

LCN_4 — **SUBSINTEMA DI RONCHETTO DELLE RANE**
Sabbie e sabbie limose, da massive a laminate; limi e limi argillosi massivi (depositi fluvioglaciali a bassa energia). Spessori da 2 a 4 m. Superficie limite superiore caratterizzata da suoli moderatamente evoluti (Alfisuoli); colori da 10YR a 2.5Y; idromorfia comune.
PLEISTOCENE SUPERIORE

Pleistocene superiore

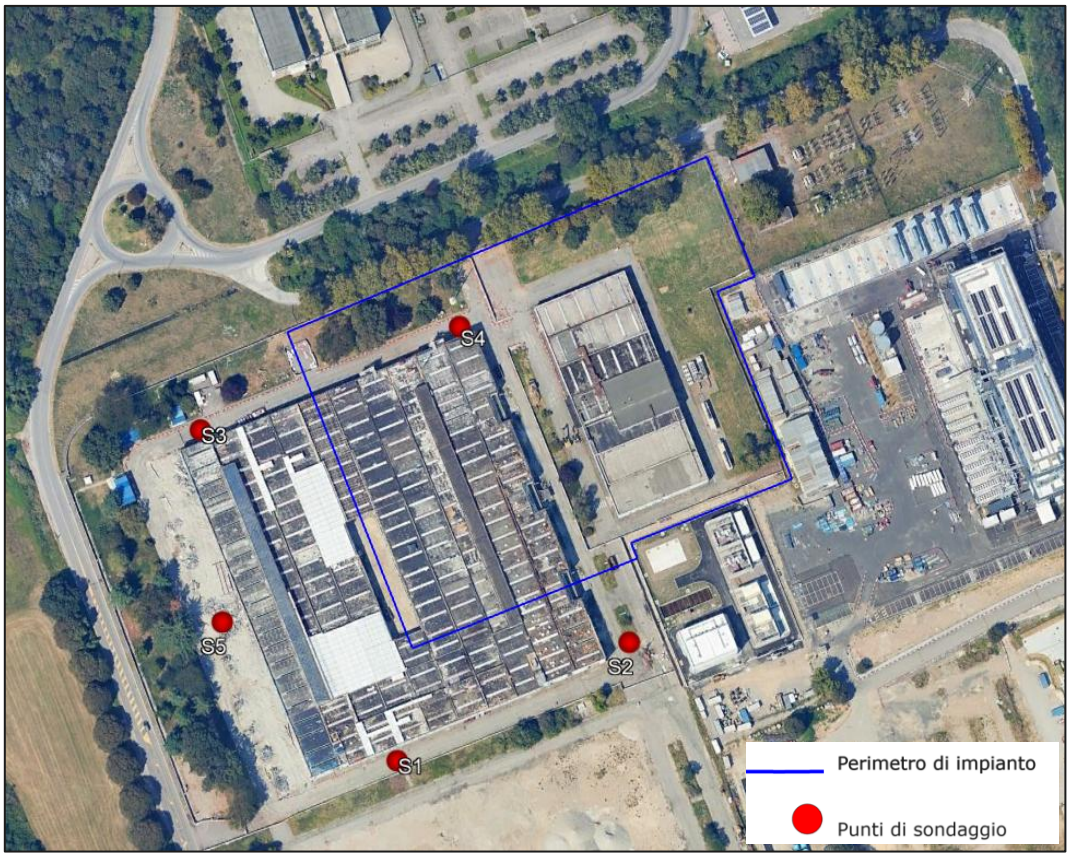
SUPERSINTEMA DI BESNATE

BMI — **UNITÀ DI MINOPRIO**
Ghiaie a supporto clastico e di matrice; matrice sabbiosa e sabbioso limosa; limi ghiaiosi; sabbie, sabbie limose e limi (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli con spessore medio di 1,5 m; colori 10YR e 7.5YR; presenza di suoli sepolti nel settore meridionale del Foglio. Copertura loessica non osservata.
PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE

2.1 STRATIGRAFIE DEL SITO

Nell'ambito delle attività di caratterizzazione geognostica eseguite tra luglio e agosto 2023 nell'area ML9, sono stati realizzati cinque sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1-S5), distribuiti lungo il perimetro del comparto in progetto (Figura 2-2). Le indagini, spinte fino alla profondità massima di 30 m dal piano campagna, hanno consentito di definire l'assetto litostratigrafico locale.

FIGURA 2-2 POSIZIONE SONDAGGI PER INDAGINI GEOGNOSTICHE



Le stratigrafie evidenziano una sostanziale omogeneità laterale dei terreni presenti nel sottosuolo. Al di sotto della limitata copertura antropica superficiale, costituita da pavimentazione e relativo sottofondo stradale, il sottosuolo risulta prevalentemente costituito da depositi granulari grossolani riconducibili ai depositi fluvioglaciali tipici dell'alta pianura lombarda. Tali depositi sono rappresentati principalmente da ghiaie poligeniche e ghiaie in matrice sabbiosa, con granulometria variabile da fine a grossolana, localmente alternate a livelli di sabbia medio-grossolana.

I livelli a granulometria più fine risultano generalmente subordinati e privi di significativa continuità laterale. Nei sondaggi S3 e S5, ubicati nel settore occidentale dell'area investigata, a partire da profondità comprese tra circa 18 e 20 m dal piano campagna si osserva una progressiva prevalenza di depositi sabbiosi medio-fini rispetto ai livelli ghiaiosi sovrastanti. Tale variazione granulometrica non risulta tuttavia associata alla presenza di livelli limoso-argillosi continui o di orizzonti a bassa permeabilità di estensione significativa.

Nel complesso, le indagini hanno evidenziato un sottosuolo caratterizzato dalla prevalenza di depositi granulari ad elevata permeabilità e da una sostanziale assenza di livelli impermeabili

continui nell'intervallo investigato. Le caratteristiche idrogeologiche dell'area e la ricostruzione del modello idrogeologico di sito sono descritte nel successivo capitolo 0.

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'idrografia del territorio comunale di Settimo Milanese è caratterizzata dalla presenza di numerosi fontanili, elementi tipici dell'alta e media pianura lombarda, strettamente connessi all'assetto idrogeologico dell'area. La loro formazione è legata alla presenza della fascia delle risorgive, dove la progressiva diminuzione della permeabilità dei depositi superficiali procedendo da nord verso sud determina la risalita e l'emersione della falda freatica.

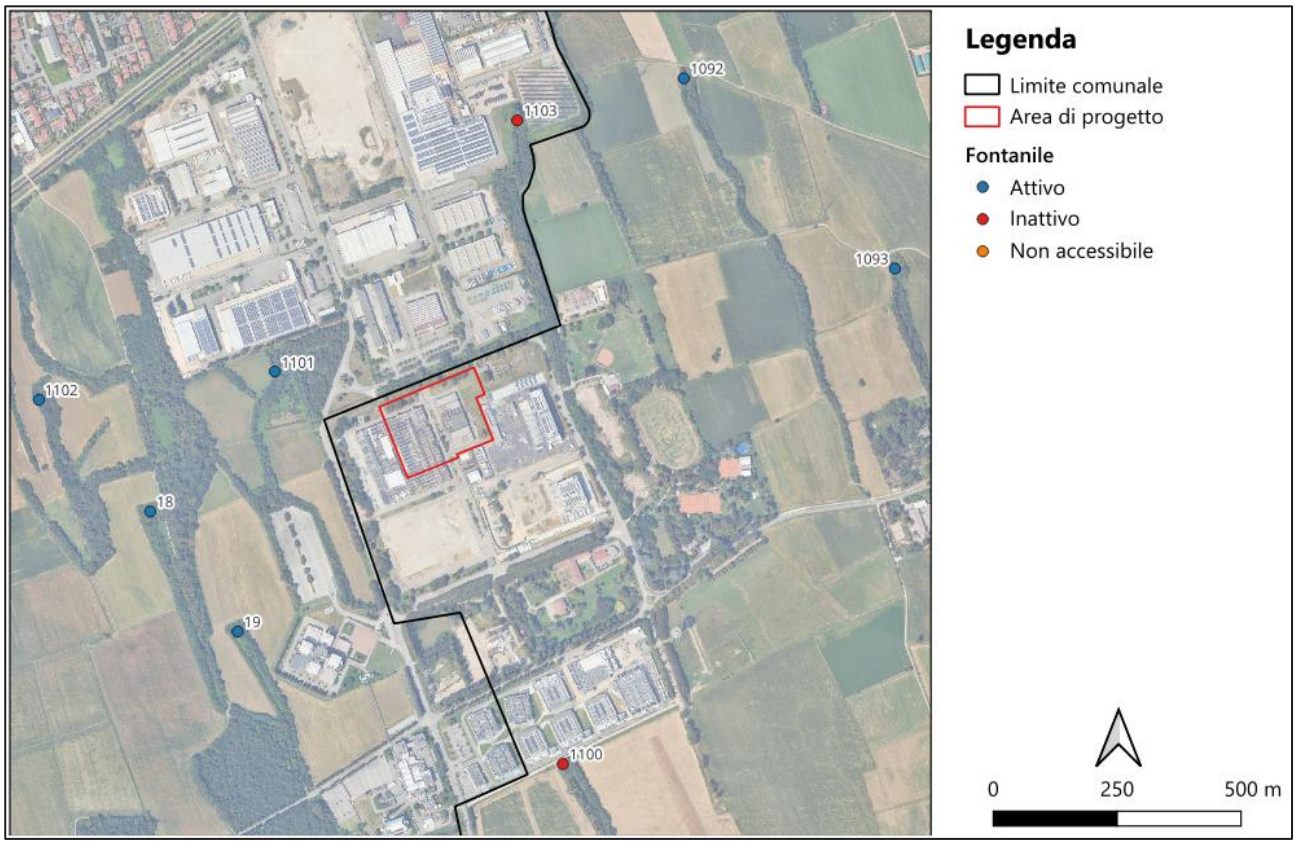
Oltre ai fattori naturali, lo sviluppo dei fontanili è stato storicamente favorito dall'intervento antropico: le teste dei fontanili venivano infatti approfondite artificialmente per incrementare la portata delle emergenze idriche e consentirne l'utilizzo a scopo irriguo. I cavi dei fontanili rappresentano pertanto un elemento caratteristico del paesaggio agricolo locale e costituiscono una testimonianza delle tradizionali pratiche di gestione delle risorse idriche della pianura milanese.

Nel territorio di Settimo Milanese sono ancora riconoscibili numerosi tratti dei cavi di fontanile, sebbene solo una parte di essi risulti attualmente attiva. In particolare, l'assetto originario delle risorgive ha subito significative modifiche a seguito della realizzazione del **Canale Scolmatore di Nord Ovest**, infrastruttura che attraversa trasversalmente il territorio e che ha alterato gli equilibri idrogeologici alla base dell'alimentazione dei fontanili. Tale intervento ha determinato una progressiva riduzione degli apporti idrici di risorgiva, con effetti particolarmente evidenti nei settori posti a sud del canale, dove numerosi fontanili hanno perso parzialmente o completamente la propria funzionalità.

La presenza dei fontanili testimonia comunque le condizioni storiche di elevata superficialità della falda freatica che caratterizzano il settore della pianura milanese in cui ricade il comune di Settimo Milanese, costituendo un importante elemento di collegamento tra il reticolo idrografico superficiale e il sistema acquifero sotterraneo descritto nei paragrafi successivi.

Come evidenziato in Figura 3-1 nelle immediate vicinanze del sito sono ubicati alcuni fontanili appartenenti al sistema delle risorgive della pianura milanese. La loro presenza conferma le peculiari condizioni idrogeologiche che caratterizzano il territorio comunale, storicamente contraddistinto dall'interazione tra acque superficiali e falda freatica. Di questi, i fontanili che risultano attivi secondo la cartografia pubblica disponibile sono ubicati a Ovest del sito e a una distanza minima di circa 200 m, idrogeologicamente a lato rispetto al sito. A valle del sito è segnalato un fontanile inattivo a più di 500 m di distanza dal sito.

FIGURA 3-1 DISTRIBUZIONE DEI FONTANILI NELLE AREE ADIANCENTI AL SITO



4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico, l'area di studio ricade all'interno del sistema acquifero della Pianura Milanese, costituito da una potente successione plio-quaternaria caratterizzata dall'alternanza di livelli permeabili e livelli a minore permeabilità che danno origine a un sistema multiacquifero stratificato.

La definizione a scala regionale degli orizzonti acquiferi è riportata nella pubblicazione di riferimento "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia", edita da Regione Lombardia ed ENI. Tale studio, basato sull'applicazione dei principi della stratigrafia sequenziale all'analisi dei depositi alluvionali della Pianura Padana, ha consentito, a partire dai precedenti lavori di Avanzini et al. (1995), di riconoscere quattro principali unità idrostratigrafiche separate da livelli a bassa permeabilità di estensione regionale. Tali unità sono identificate come Gruppi Acquiferi A, B, C e D (**Error! Reference source not found.**).

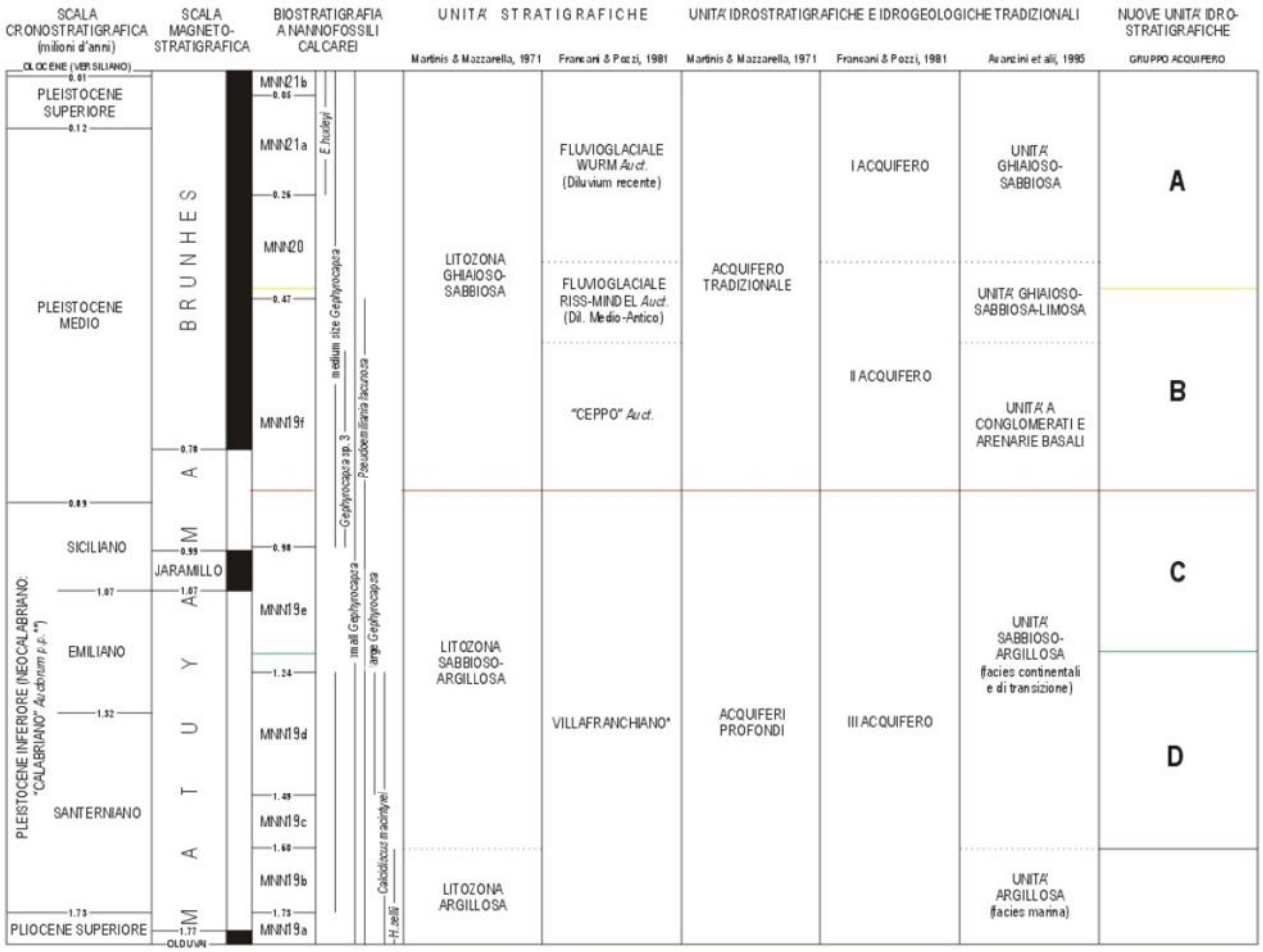
Il **Gruppo Acquifero A** costituisce l'unità acquifera più superficiale della pianura milanese ed è rappresentato prevalentemente da depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi di origine fluvioglaciale. I sedimenti sono associati a sistemi fluviali ad elevata energia di tipo *braided*, alimentati dalle aree alpine durante le fasi glaciali pleistoceniche. Le ghiaie e le sabbie grossolane predominano nettamente sulle frazioni fini e conferiscono all'unità elevati valori di porosità e permeabilità. Gli spessori sono generalmente compresi tra 20 e 40 m, ma possono risultare localmente superiori.

Il **Gruppo Acquifero B** è costituito da una successione prevalentemente sabbiosa e ghiaioso-sabbiosa, con spessori generalmente compresi tra 40 e 50 m. Rispetto al Gruppo A presenta una maggiore variabilità granulometrica e un progressivo aumento della presenza di sabbie e livelli fini verso i settori più meridionali della pianura. I depositi sono attribuiti a sistemi fluviali continentali ad elevata energia, dominati anch'essi da corsi d'acqua di tipo *braided*. Le caratteristiche idrauliche risultano generalmente buone grazie alla prevalenza di sabbie medio-grossolane e ghiaie a matrice sabbiosa, mentre le intercalazioni limoso-argillose possono localmente favorire una parziale compartimentazione delle falde.

Il **Gruppo Acquifero C** è caratterizzato da una notevole eterogeneità litologica e sedimentologica. L'unità comprende alternanze di sabbie, limi e argille deposte in ambienti marini, transizionali e continentali durante il Pleistocene medio. Sono presenti corpi sabbiosi relativamente continui associati a sistemi deltizi e litorali, alternati a livelli limoso-argillosi e ad importanti orizzonti argillosi marini con elevata continuità laterale. Tali livelli fungono da acquitardi e determinano una significativa compartimentazione idraulica dell'unità. Dal punto di vista idrogeologico il Gruppo C ospita falde generalmente confinate o semiconfinate e rappresenta una delle principali riserve idriche profonde della pianura lombarda.

Il **Gruppo Acquifero D** rappresenta l'unità più profonda del sistema acquifero regionale ed è attribuito alla parte alta del Pleistocene inferiore. È costituito da una successione progressivamente grossolanizzante verso l'alto, con argille e silt nella porzione inferiore, sabbie nella parte intermedia e ghiaie poligeniche nella parte sommitale. I depositi sono interpretati come il risultato della progradazione di sistemi deltizi e conoidi alluvionali. Le falde ospitate in questa unità si trovano generalmente in condizioni confinate e risultano ben protette dalla presenza dei potenti livelli fini sovrastanti.

FIGURA 4-1 SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DEGLI ACQUIFERI IN LOMBARDIA (GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI PADANI DELLA REGIONE LOMBARDIA", EDITA DA REGIONE LOMBARDIA-ENI



Il Gruppo Acquifero A rappresenta attualmente il principale orizzonte idrico sfruttato a scala regionale, sebbene sia interessato, in diverse aree, da fenomeni di contaminazione diffusa e puntuale. I restanti gruppi acquiferi vengono invece utilizzati prevalentemente nelle zone di margine del bacino padano, mentre il Gruppo Acquifero D risulta sfruttato solo localmente.

Nel sottosuolo dell'area in esame è possibile distinguere due principali unità idrogeologiche, all'interno delle quali sono presenti gli acquiferi sfruttati dai pozzi per l'approvvigionamento idrico. Dalla superficie verso la profondità si riconoscono:

- il cosiddetto "**acquifero tradizionale**" (Martinis & Mazzarella, 1971), perchè tradizionalmente sfruttato a scopo idropotabile nella provincia di Milano. Secondo la classificazione idrostratigrafica regionale, tale unità corrisponde ai **Gruppi Acquiferi A** e **B**, mentre nella classificazione di Avanzini et al. (1995) comprende l'**Unità ghiaioso-sabbiosa**, l'**Unità ghiaioso-sabbioso-limosa** e l'**Unità a conglomerati e arenarie basali**;
- l'**acquifero profondo** (Martinis & Mazzarella, 1971) che costituiscono il sistema idrogeologico profondo della pianura lombarda. Nella classificazione regionale essi corrispondono ai **Gruppi Acquiferi C e D**, mentre secondo Avanzini et al. (1995)

comprendono l'**Unità sabbioso-argillosa (facies continentali e di transizione)** e l'**Unità argillosa (facies marina)**.

La separazione tra le due unità è graduale e avviene attraverso una successione di livelli a differente permeabilità che controllano i rapporti idraulici tra gli acquiferi superficiali e quelli più profondi.

4.1 ACQUIFERO TRADIZIONALE

L'**acquifero tradizionale** (Cavallin, Francani e Mazzarella, 1983) rappresenta la porzione più superficiale del sistema acquifero della pianura milanese e ospita la falda libera principale. Esso risulta particolarmente produttivo grazie all'elevata permeabilità dei depositi alluvionali e fluvioglaciali che lo costituiscono, deposti in ambienti caratterizzati da elevata energia di trasporto e sedimentazione.

Secondo quanto descritto da Avanzini et al. (1995), l'acquifero tradizionale può essere suddiviso in una porzione superficiale, corrispondente ai depositi fluvioglaciali wurmiani e alle alluvioni recenti, sede di una falda libera, e in una porzione più profonda caratterizzata dalla presenza di livelli conglomeratici riferibili ai depositi fluvioglaciali più antichi, localmente interessata da condizioni di falda semiconfinata. Tra le due porzioni possono essere presenti livelli a permeabilità ridotta, generalmente di limitato spessore, che possono determinare differenze di quota piezometrica tra gli orizzonti acquiferi.

Lo spessore complessivo di questa prima litozona tende ad aumentare procedendo da nord verso sud nella pianura milanese, passando da circa 20 m nel settore più settentrionale fino a oltre 120 m nell'area a sud di Milano (Cavallin et al., 1983). Nell'area in esame sono generalmente riconosciuti spessori medi dell'ordine di circa 60/70 m, come descritto nel capitolo 4.4.

L'**unità ghiaioso-sabbiosa** costituisce la porzione più superficiale dell'acquifero tradizionale ed è ricondotta al **Gruppo Acquifero A**. Essa è formata principalmente da depositi alluvionali recenti e antichi e da depositi fluvioglaciali wurmiani, nei quali la frazione limosa e argillosa risulta generalmente subordinata. Tali depositi costituiscono la porzione più estesa della pianura milanese e corrispondono a quella superficie subpianeggiante nota in letteratura come **Livello Fondamentale della Pianura**, incisa esclusivamente dagli alvei dei principali corsi d'acqua quali Ticino, Olona, Lambro e Adda.

L'unità presenta spessori dell'ordine di alcune decine di metri e si sviluppa dalla superficie topografica fino a livelli caratterizzati da una progressiva diminuzione della granulometria e da un aumento della componente fine. L'elevata permeabilità dei terreni consente una significativa ricarica dell'acquifero sia per infiltrazione diretta delle acque meteoriche sia attraverso le perdite da corsi d'acqua naturali e canali artificiali. I valori di conducibilità idraulica generalmente attribuiti a questa unità sono compresi tra 10^{-3} e 10^{-4} m/s, mentre le portate specifiche possono superare i 20 l/s·m.

L'**unità ghiaioso-sabbioso-limosa e conglomeratica** costituisce invece la porzione più profonda dell'acquifero tradizionale ed è attribuita al **Gruppo Acquifero B**. Essa comprende i depositi glaciali e fluvioglaciali più antichi, attribuiti alle glaciazioni Mindel e Riss, che affiorano in diversi settori dell'alta pianura lombarda.

Dal punto di vista litologico, tale unità è costituita da ciottoli, ghiaie e sabbie immersi in una matrice limoso-argillosa, all'interno della quale possono localmente essere presenti livelli pedogenizzati. Anche per questa unità lo spessore risulta variabile e può raggiungere valori compresi tra 30/40 m, come descritto nel capitolo 4.4.

A maggiori profondità sono inoltre presenti livelli conglomeratici e arenacei che, procedendo verso sud, tendono gradualmente a passare a ghiaie e sabbie sciolte dalle quali si sono originati. In letteratura tali depositi vengono spesso correlati al cosiddetto **"Ceppo dell'Adda"** (Pleistocene inferiore); tuttavia, nell'area milanese, tale correlazione non è sempre univoca, poiché alcuni livelli conglomeratici possono essere attribuiti anche ai termini più antichi delle successioni fluvioglaciali mindeliane e rissiane.

La maggiore presenza di frazione fine determina una riduzione delle caratteristiche di permeabilità rispetto al Gruppo Acquifero A. I valori di conducibilità idraulica risultano generalmente compresi tra 10^{-4} e 10^{-5} m/s, mentre nei livelli conglomeratici le proprietà idrauliche possono variare sensibilmente in funzione del grado di cementazione e dello stato di fratturazione della roccia.

Al fine di ottenere una stima preliminare delle proprietà idrauliche dell'acquifero, sono stati analizzati i risultati delle prove di emungimento disponibili nell'area di interesse, eseguite in pozzi attestati nel **Gruppo Acquifero A**. I dati sono stati elaborati mediante la relazione empirica proposta da Hamill & Bell (1986):

$$T = \frac{1.2 \cdot Q}{s}$$

dove T è la trasmissività dell'acquifero, Q la portata di emungimento e s l'abbassamento misurato durante la prova. La conducibilità idraulica è stata successivamente stimata mediante la relazione:

$$K = \frac{T}{B}$$

dove B rappresenta lo spessore saturo dell'acquifero.

L'applicazione delle suddette formulazioni ha restituito una conducibilità idraulica compresa tra $1{,}2 \cdot 10^{-4}$ m/s e $2{,}38 \cdot 10^{-4}$ m/s corrispondente a circa 10,3 m/giorno e 20,6 m/giorno. Tale valore risulta compatibile con depositi sabbioso-ghiaiosi a permeabilità medio-alta, coerentemente con le caratteristiche litologiche dell'acquifero superficiale presente nel settore occidentale della città di Milano.

La falda ospitata all'interno di questa unità può presentarsi in condizioni libere o semiconfinate e risulta generalmente in continuità idraulica con quella soprastante. In alcuni casi è possibile osservare differenze piezometriche tra i due livelli acquiferi, con quote idrauliche nell'Acquifero B inferiori di alcuni metri rispetto a quelle registrate nell'Acquifero A.

4.2 ACQUIFERO PROFONDO

L'**acquifero profondo** (Cavallin, Francani e Mazzarella, 1983) rappresenta la porzione più profonda del sistema acquifero della Pianura Milanese ed è costituito dall'**unità sabbioso-argillosa**, corrispondente ai **Gruppi Acquiferi C** e **D**, e dalla sottostante **unità argillosa**. Dal punto di vista litologico, tali unità sono costituite prevalentemente da limi e argille con

intercalazioni di livelli sabbiosi e, più raramente, ghiaioso-sabbiosi; localmente possono inoltre essere presenti livelli torbosi attribuiti alle successioni villafranchiane.

Gli acquiferi ospitati all'interno di queste unità si presentano generalmente in condizioni **semiconfinate o confinate** e sono frequentemente caratterizzati da facies idrochimiche riconducibili ad ambienti riducenti. Lo sfruttamento dell'acquifero profondo è stato storicamente favorito dal progressivo degrado qualitativo degli acquiferi superficiali e dalla migliore qualità delle acque riscontrabile nelle aree di ricarica poste in prossimità della fascia pedemontana. I rapporti idraulici con gli acquiferi soprastanti risultano variabili e dipendono essenzialmente dalla continuità e dallo spessore dei livelli semipermeabili che separano i diversi gruppi acquiferi.

L'**unità sabbioso-argillosa** è costituita principalmente da argille e argille limose di origine marina, associate a depositi litorali, lagunari, palustri e torbosi riferibili al Villafranchiano. Gli spessori di questa unità risultano notevolmente variabili all'interno del bacino padano e non sempre facilmente definibili, anche in relazione ai fenomeni tettonici ed erosivi che hanno interessato il settore settentrionale della pianura. In generale si osserva un progressivo incremento dello spessore procedendo verso sud, passando da valori dell'ordine di poco più di 100 m nelle aree pedemontane fino a oltre 1.000-1.200 m nella bassa pianura.

Le caratteristiche granulometriche prevalentemente fini determinano bassi valori di permeabilità. Nei livelli acquiferi più produttivi la conducibilità idraulica risulta generalmente compresa tra 10^{-5} e 10^{-6} m/s, valori significativamente inferiori rispetto a quelli riscontrati nei **Gruppi Acquiferi A e B**.

Dal punto di vista idrogeologico, questa unità costituisce il substrato della porzione più produttiva dell'**acquifero tradizionale**. Le acque sotterranee sono contenute prevalentemente all'interno dei livelli sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi intercalati alle successioni limoso-argillose e si presentano generalmente in condizioni di confinamento. In alcuni settori possono manifestare caratteristiche idrochimiche tipiche di ambienti riducenti, con presenza di specie disciolte quali ferro, manganese e ammoniaca, che possono richiedere specifici trattamenti prima dell'utilizzo per scopi civili o industriali.

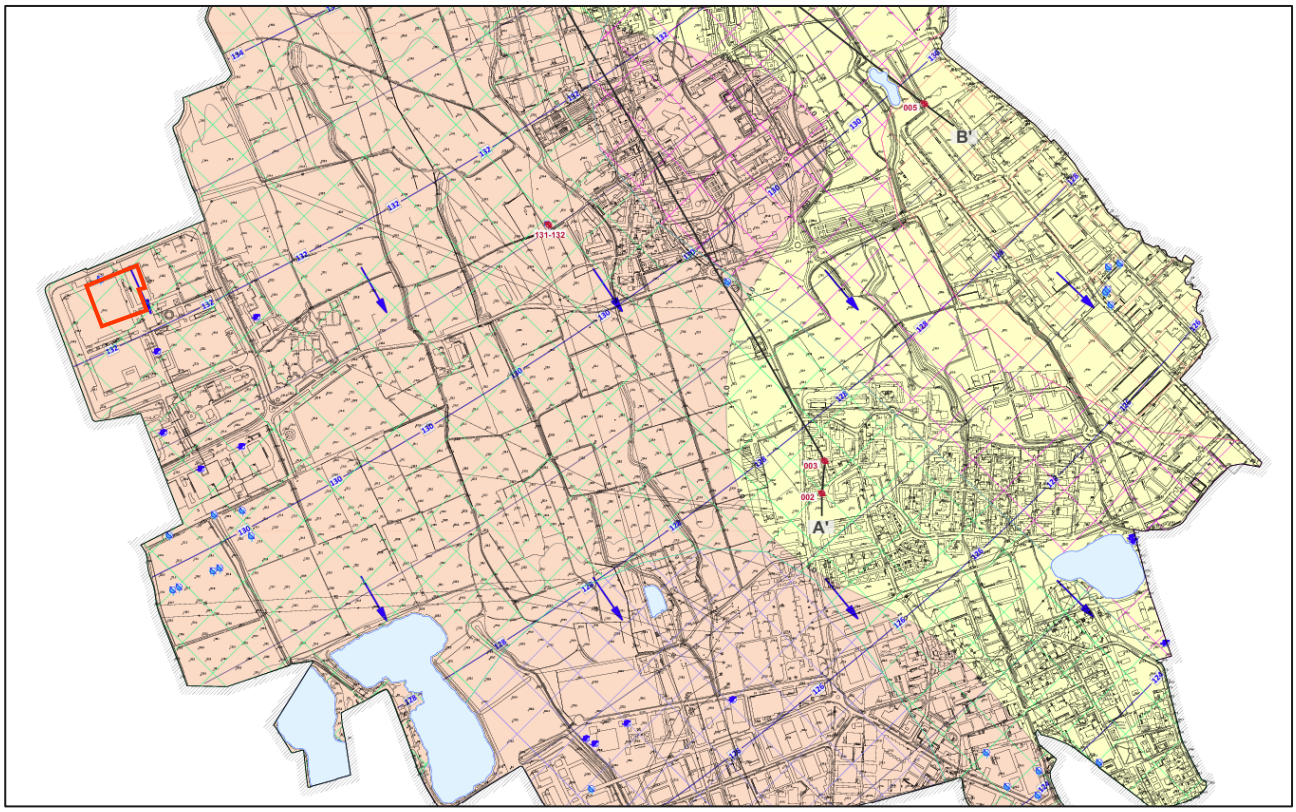
La sottostante **unità argillosa**, caratterizzata dalla presenza di rare intercalazioni permeabili e da sedimentazione in prevalente ambiente marino, rappresenta il limite inferiore del sistema acquifero regionale. Le falde eventualmente presenti risultano anch'esse generalmente confinate e caratterizzate da condizioni idrochimiche che ne limitano l'interesse ai fini dello sfruttamento idropotabile.

4.3 PIEZOMETRIA

La piezometria della falda superficiale nell'area comunale di Settimo Milanese è caratterizzata da un gradiente idraulico generalmente orientato da nord-nordovest verso sud-sudest, coerentemente con l'assetto morfologico della Pianura Lombarda.
I dati storici riportati nel PGT di Settimo Milanese evidenziano inoltre un comportamento stagionale della falda, con livelli minimi generalmente registrati nei mesi di marzo-aprile e massimi nei mesi di settembre-ottobre. La fluttuazione piezometrica media annua risulta dell'ordine di 2–3 m sull'intero territorio comunale.
Il PGT comunale riporta una carta piezometrica elaborata sulla base dei dati disponibili a settembre 2013 nel Sistema Informativo Ambientale (SIA) della Città Metropolitana di Milano

(Figura 4-2). Tale elaborato conferma un assetto della superficie piezometrica coerente con il quadro idrogeologico regionale, con una direzione di deflusso della falda orientata verso sud-sudest. Le quote piezometriche diminuiscono da circa 140 m s.l.m. nei settori settentrionali del territorio comunale a circa 120 m s.l.m. in quelli meridionali, individuando un gradiente idraulico medio pari a circa 3‰.

FIGURA 4-2 STRALCIO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA DEL PGT DEL COMUNE DI SETTIMO MILANESE, CON EVINDENZIATA IN ROSSO L'AREA DI SITO



Nell'area di sito è disponibile un ampio set di dati piezometrici acquisiti nel corso delle diverse campagne di indagine ambientale effettuate negli anni, comprendente misure dei livelli di falda eseguite sia nei piezometri presenti all'interno del sito sia in quelli ubicati nelle aree limitrofe.

Nella Tabella 4-1 sono riportate le misure piezometriche effettuate nel mese di marzo 2021, che evidenziano una soggiacenza della falda generalmente compresa tra 3 e 4 m dalla bocca pozzo. Ulteriori informazioni derivano dalle attività di perforazione realizzate nei mesi di dicembre 2021, luglio-agosto 2023 e marzo 2024, durante le quali il livello piezometrico è stato intercettato a una profondità media di circa 4 m dal piano campagna (p.c.).

TABELLA 4-1 MONITORAGGIO ACQUE DI FALDA – 21 MARZO 2021

Denominazione piezometro	PZ1	PZ2	PZ3	MW-01
Quota b.p. (m s.l.m.)	131,230	131,765	131,679	132,294

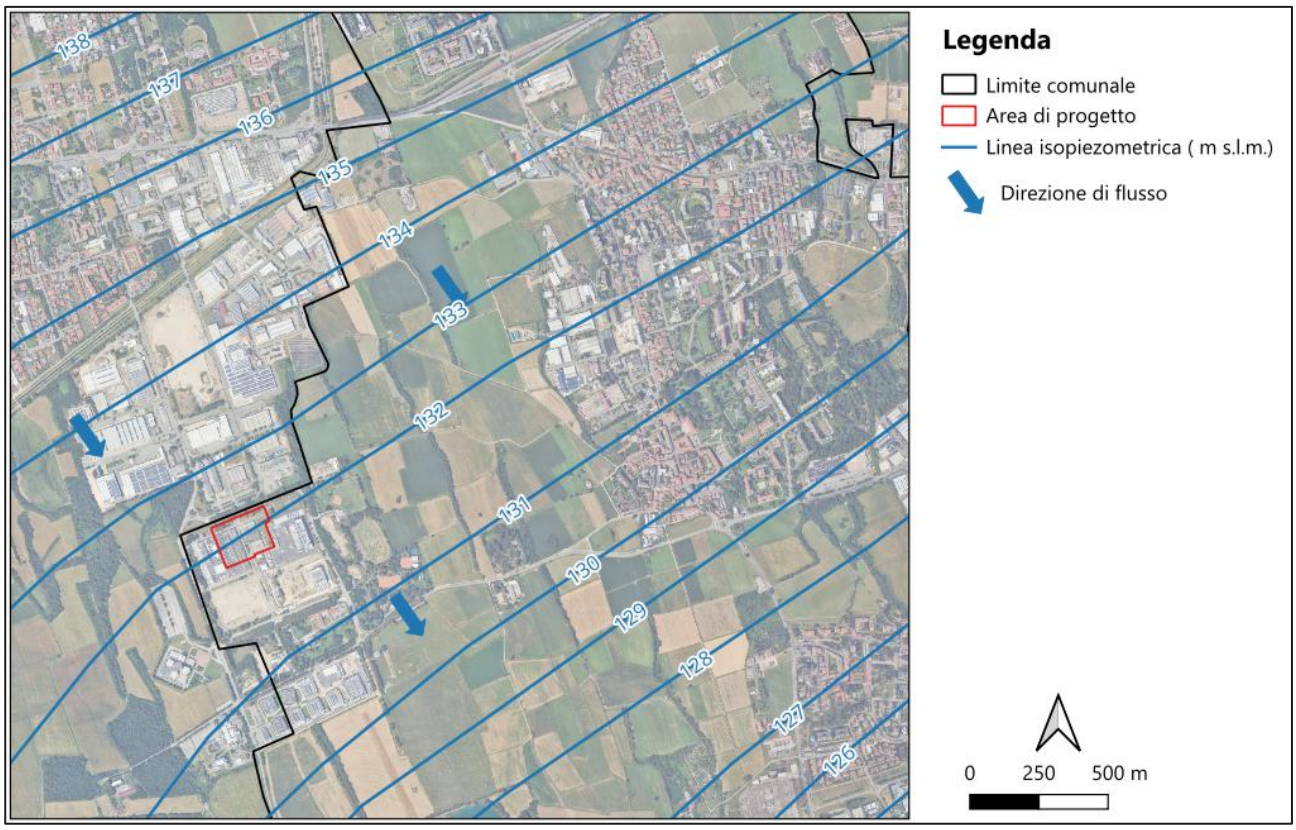
Denominazione piezometro	PZ1	PZ2	PZ3	MW-01
Soggiacenza falda (m da b.p.)	3,12	3,35	3,21	3,93
Quota falda (m s.l.m.)	128,110	128,415	128,469	128,364

Tali evidenze risultano coerenti con quanto riportato nel PGT del Comune di Settimo Milanese, che individua nel territorio comunale due principali classi di soggiacenza della falda, rispettivamente comprese tra 2 e 4 m e tra 4 e 6 m dal piano campagna. L'area di studio ricade all'interno della classe a minore profondità, confermando la presenza di una falda superficiale generalmente poco profonda.

L'assetto piezometrico locale ricalca sostanzialmente quello osservato a scala comunale e sovracomunale. Le misure piezometriche più recenti disponibili, acquisite nel settembre 2025, indicano quote piezometriche medie dell'ordine di 132 m s.l.m. e una direzione di deflusso della falda orientata verso sud-est, in accordo con il gradiente idraulico regionale. Tali misure, unitamente ai dati utilizzati per l'elaborazione della carta piezometrica del PGT (settembre 2013), rappresentano le condizioni di massimo livello piezometrico documentate nell'area di studio.

Considerando una quota topografica media di circa 134 m s.l.m. e una quota piezometrica media di circa 132 m s.l.m., la soggiacenza della falda risulta pari a circa 2 m dal piano campagna nelle condizioni di massima risalita osservate. Nel complesso, i dati disponibili indicano che il livello della falda nell'area varia generalmente tra circa 2 e 4 m dal p.c., in funzione delle oscillazioni stagionali dell'acquifero e delle condizioni idrologiche annuali (Figura 4-3).

FIGURA 4-3 PIEZOMETRIA PRIMA FALDA SETTEMBRE 2025, MODIFICATO DALLA PIEZOMETRIA DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO (SITO REGIONE LOMBARDIA)

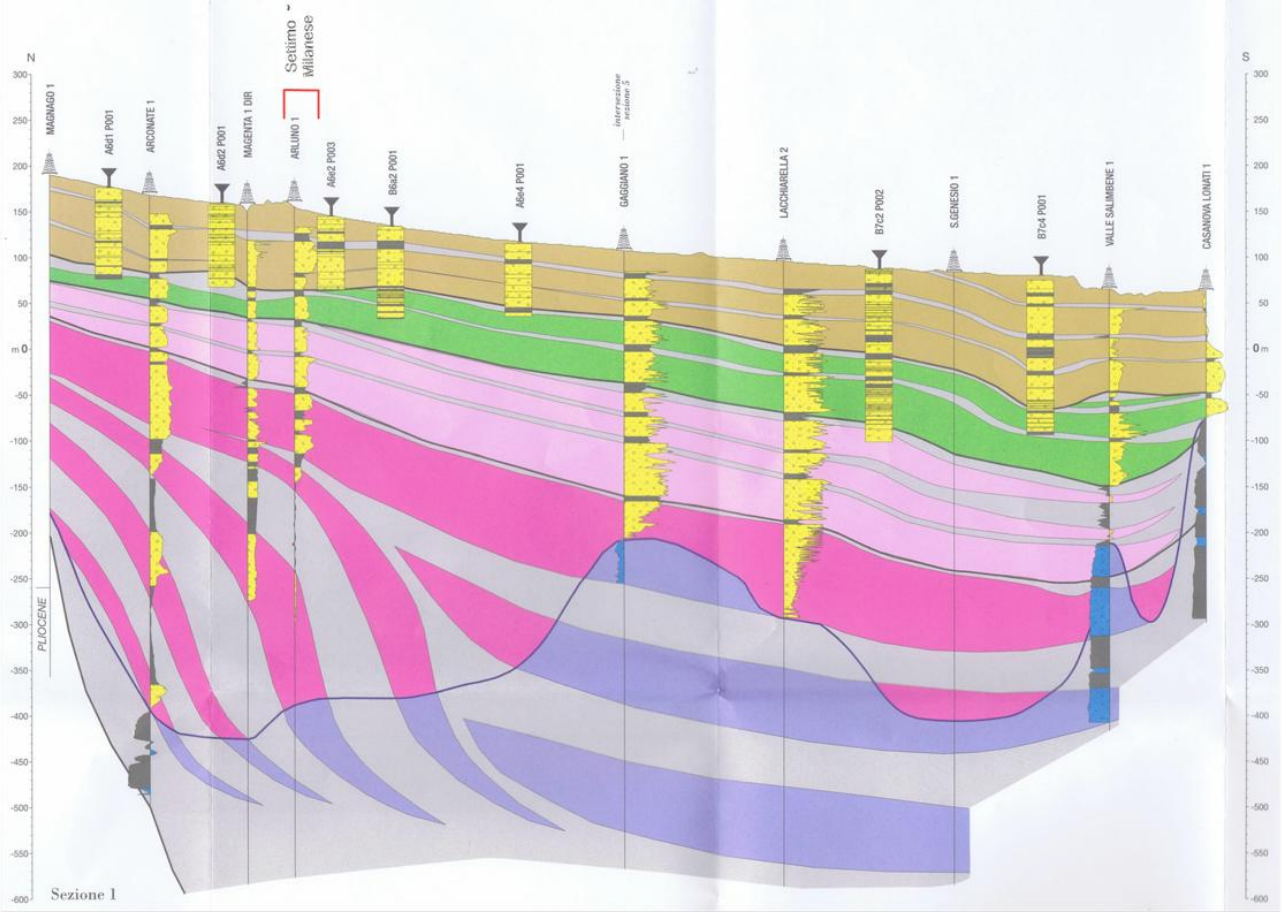


4.4 SEZIONI IDROGEOLOGICHE

Al fine di valutare lo spessore degli acquiferi all'interno dell'area di studio, sono state considerate sia la sezione idrogeologica a scala di bacino presente all'interno della "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia", edita da Regione Lombardia-Eni (Figura 4-4 e Figura 4-5), che le sezioni idrogeologiche elaborate da Avanzini et al. (1995) nell'ambito degli studi sulla struttura degli acquiferi della Pianura Milanese. Tali sezioni, sviluppate sulla base di numerose stratigrafie di pozzi e sondaggi profondi distribuiti sull'intero territorio della Provincia di Milano, consentono di ricostruire la geometria dei principali corpi sedimentari e delle unità idrostratigrafiche che costituiscono il sottosuolo dell'area metropolitana.

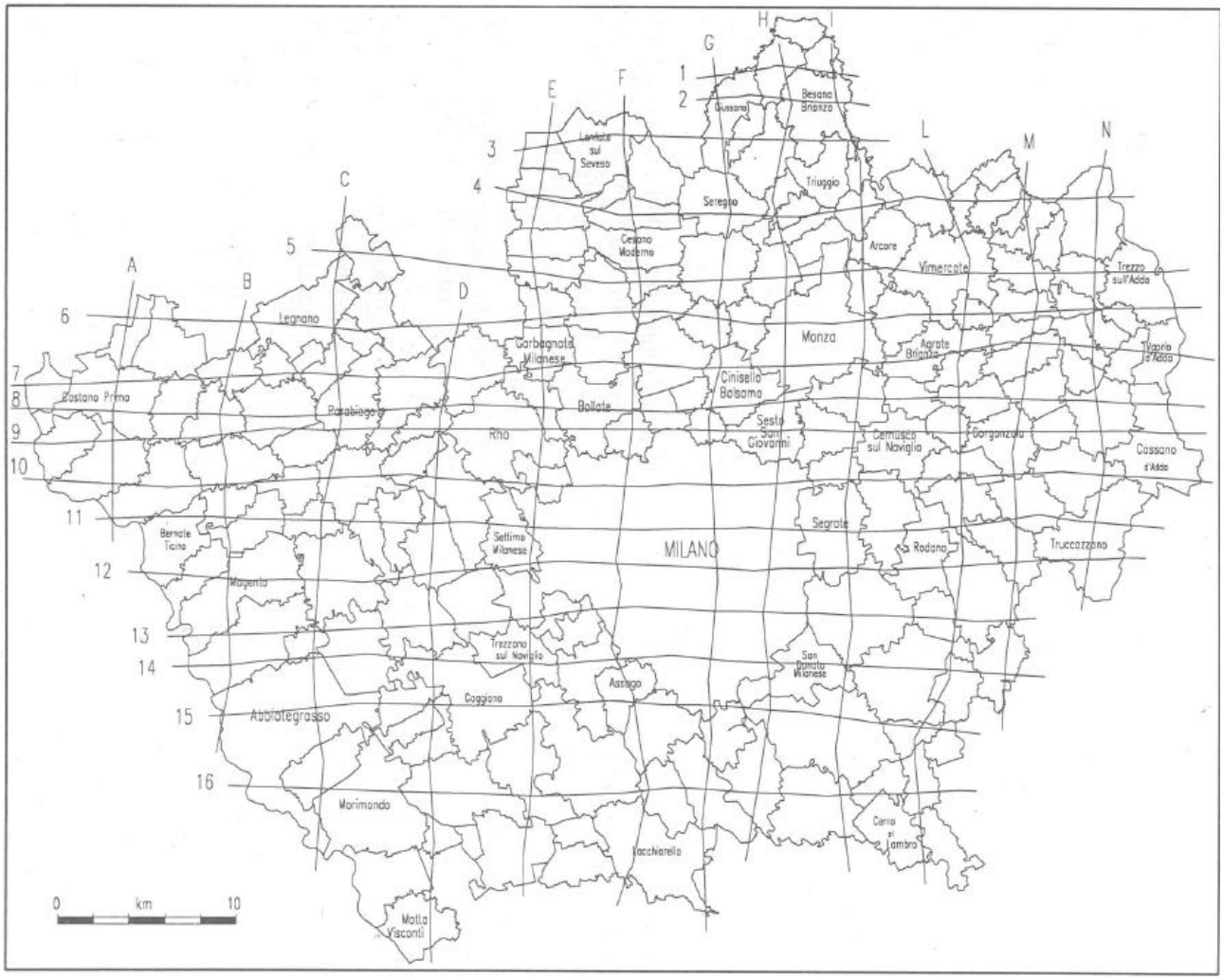
FIGURA 4-4 TRACCIA DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE A SCALA DI BACINO ("GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI PADANI DELLA REGIONE LOMBARDIA", EDITA DA REGIONE LOMBARDIA-ENI)

FIGURA 4-5 SEZIONE IDROGEOLOGICA A SCALA DI BACINO ("GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI PADANI DELLA REGIONE LOMBARDIA", EDITA DA REGIONE LOMBARDIA-ENI)



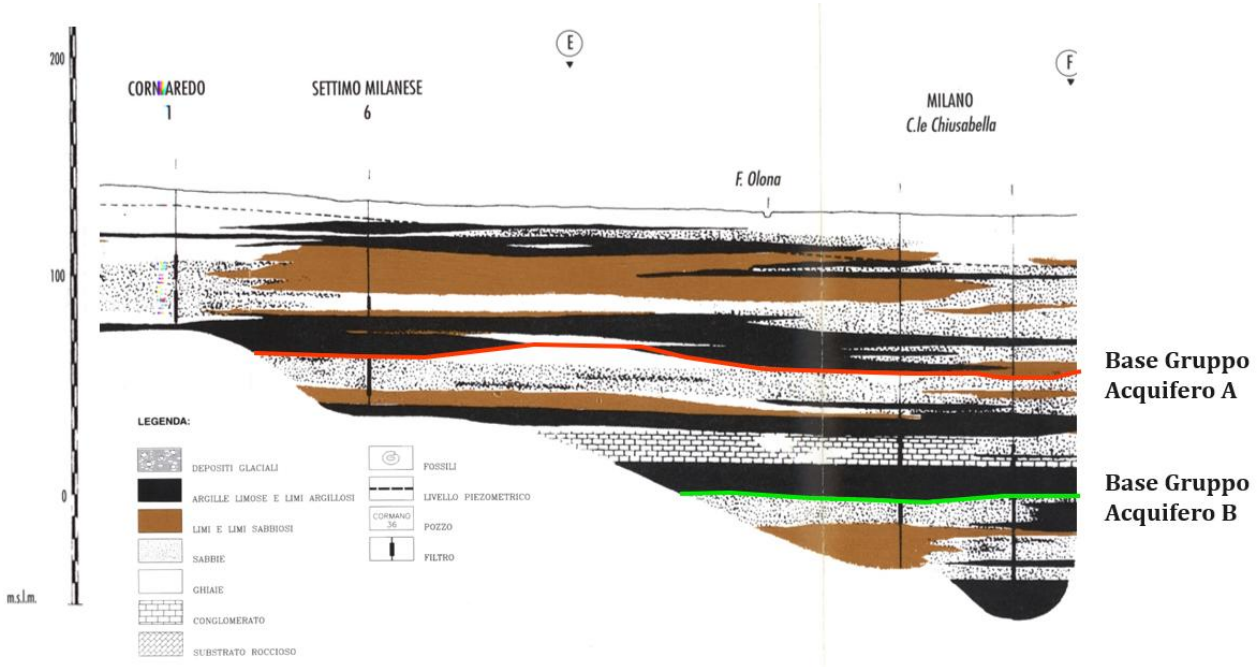
Come illustrato in Figura 4-6, l'area di Settimo Milanese si colloca nel settore occidentale della provincia di Milano, in prossimità della **sezione 11**, orientata prevalentemente in direzione Ovest-Est e della **sezione E**, orientata in direzione Nord-Sud. Tali sezioni attraversano il settore urbano milanese e permettono di osservare l'organizzazione dei depositi quaternari e la distribuzione dei principali gruppi acquiferi individuati nella successione plio-quaternaria.

FIGURA 4-6 TRACCIA DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE (AVANZINI ET ALII, 1995)



La **sezione 11** (Figura 4-7) mostra come, nel settore occidentale della città di Milano, il **Gruppo Acquifero A** sia costituito da estesi corpi ghiaioso-sabbiosi ad elevata continuità laterale, localmente separati da lenti sedimentarie a granulometria più fine. Tali depositi raggiungono complessivamente uno spessore dell'ordine di circa 60/70 m. La successione evidenzia la predominanza di materiali grossolani che costituiscono il cosiddetto **acquifero tradizionale**, sede della principale falda sfruttata nel territorio milanese. Procedendo in profondità si osserva un progressivo aumento della frazione fine e il passaggio ai depositi del **Gruppo Acquifero B**, caratterizzati da una maggiore presenza sabbie con alla base la presenza di depositi conglomeratici, con uno spessore nell'ordine di 30/40 m. Al di sotto di tali livelli si sviluppano le successioni sabbioso-limose e argillose attribuite ai **Gruppi Acquiferi C e D**, che rappresentano l'**acquifero profondo** della pianura milanese, generalmente sede di falde in condizioni semiconfinate o confinate.

FIGURA 4-7 ESTRATTO SEZIONE 11 DELLA PROVINCIA DI MILANO (AVANZINI ET ALII, 1995), CON INDICAZIONE DELLA GEOMETRIA DEI GRUPPI ACQUIFERI E DELLA PROFONDITÀ DELLA BASE DEL GRUPPO ACQUIFERO A E DEL GRUPPO ACQUIFERO B



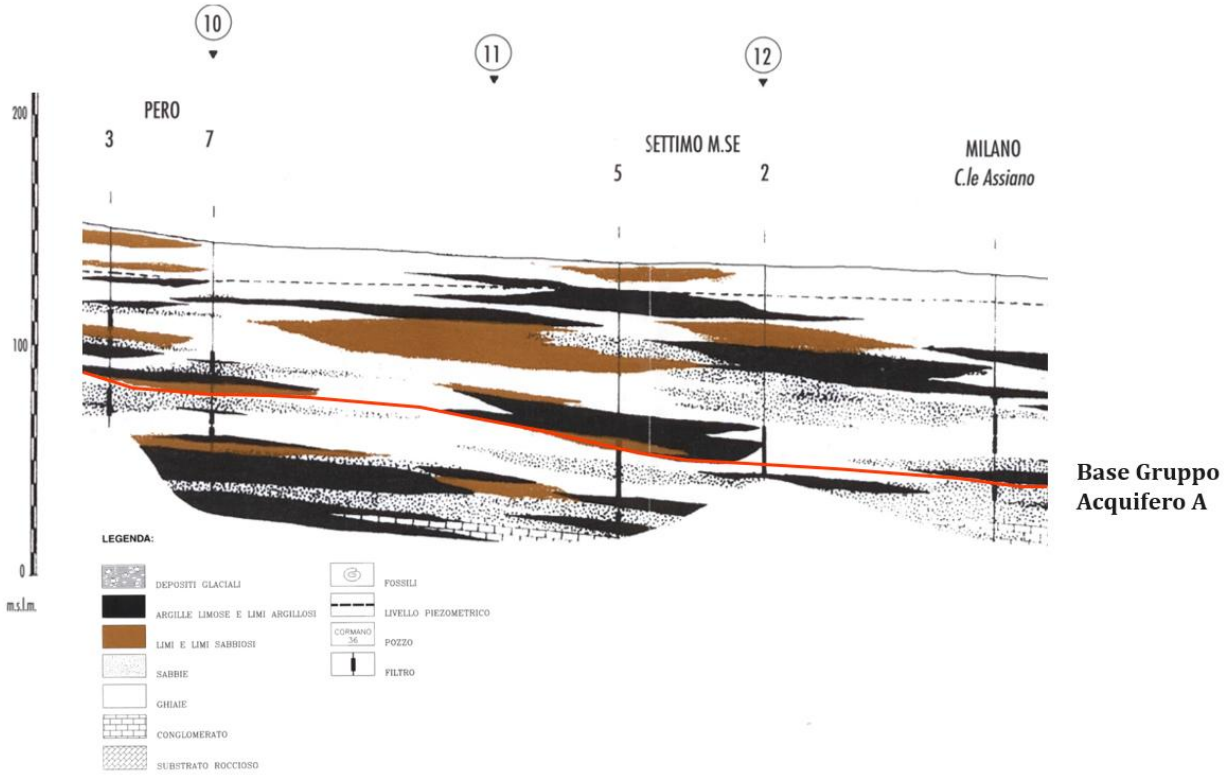
La **Sezione F** (Figura 4-8), sebbene ubicata leggermente più a Est rispetto all'area di studio, risulta rappresentativa dell'assetto idrogeologico del settore centro-occidentale del Comune di Milano.

La sezione mostra come il **Gruppo Acquifero A** sia costituito prevalentemente da depositi ghiaioso-sabbiosi ad elevata continuità laterale, localmente intercalati da livelli a granulometria più fine. Tali depositi costituiscono l'acquifero superficiale e raggiungono spessori complessivi dell'ordine di 60/70 m.

Al di sotto si sviluppa il **Gruppo Acquifero B**, caratterizzato da una maggiore presenza di livelli sabbiosi e da depositi conglomeratici alla base, con spessori generalmente compresi tra 30/40 m.

Pur essendo riferita a un settore leggermente più ad Ovest rispetto al sito di interesse, la sezione evidenzia un assetto stratigrafico che può essere considerato rappresentativo dell'area di studio, per la quale sono attesi spessori e rapporti stratigrafici tra i diversi gruppi acquiferi del medesimo ordine di grandezza.

FIGURA 4-8 ESTRATTO SEZIONE F DELLA PROVINCIA DI MILANO (AVANZINI ET ALII, 1995), CON INDICAZIONE DELLA GEOMETRIA DEI GRUPPI ACQUIFERI E DELLA PROFONDITÀ DELLA BASE DEL GRUPPO ACQUIFERO A



A scala locale, ulteriori informazioni sull'assetto idrogeologico del sottosuolo sono desumibili dalle sezioni interpretative riportate nel PGT del Comune di Settimo Milanese (2009) (Figura 4-9). In particolare, le sezioni con andamento NNO-SSE e ONO-ESE (Figura 4-10 e Figura 4-11), ottenute mediante correlazione dei dati stratigrafici disponibili e riportate nella Carta Idrogeologica comunale, evidenziano una successione di livelli acquiferi e acquitardi che conferma la complessità del sistema idrogeologico locale. Secondo tale ricostruzione, il sottosuolo è caratterizzato da una prima falda freatica superficiale, non confinata, presente a profondità generalmente comprese tra circa 2 e 10 m dal piano campagna e sostenuta al letto da livelli a minore permeabilità localizzati nei primi 20 m di sottosuolo. Al di sotto si sviluppa una seconda falda semiconfinata, ospitata nei livelli sabbioso-ghiaiosi attribuibili al sistema acquifero intermedio e separata da orizzonti a bassa permeabilità dotati di discreta continuità laterale. Le sezioni evidenziano infine la presenza di una terza falda in pressione, ubicata a profondità superiori a circa 120 m dal piano campagna e associata a corpi acquiferi prevalentemente sabbiosi intercalati a potenti livelli argilloso-limosi. Tale schema idrostratigrafico risulta sostanzialmente coerente con il modello idrogeologico della pianura milanese, caratterizzato dalla presenza di un acquifero superficiale libero e di sistemi acquiferi più profondi progressivamente confinati.

FIGURA 4-9 STRALCIO DELLA TAVOLA IDROGEOLOGICA DEL COMUNE DI SETTIMO MILANESE (PGT 2009) CON LE TRACCIA DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE A-A' E B-B'

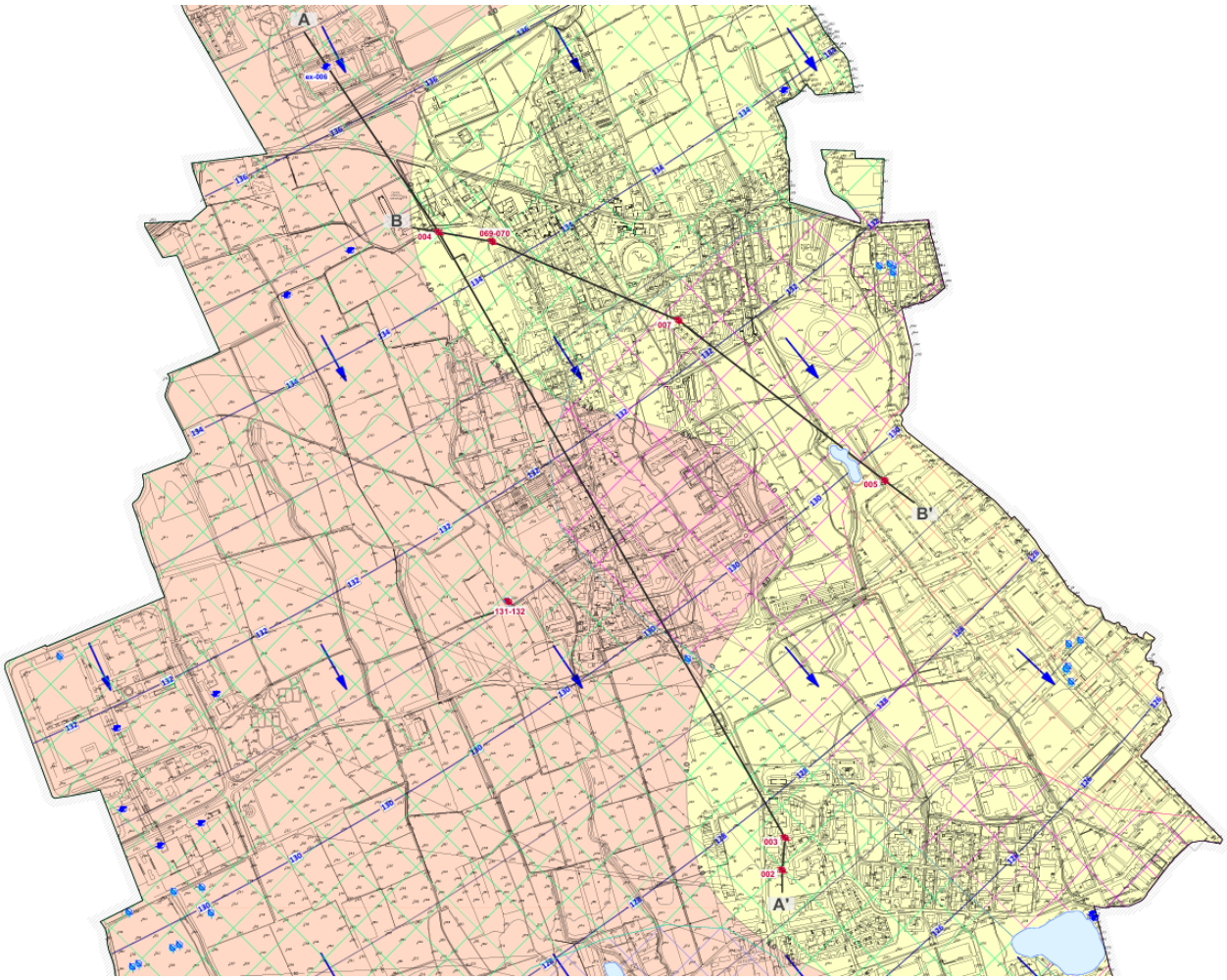


FIGURA 4-10 SEZIONE IDROGEOLOGICA NNO-SSE (FUORI SCALA, PGT 2009)

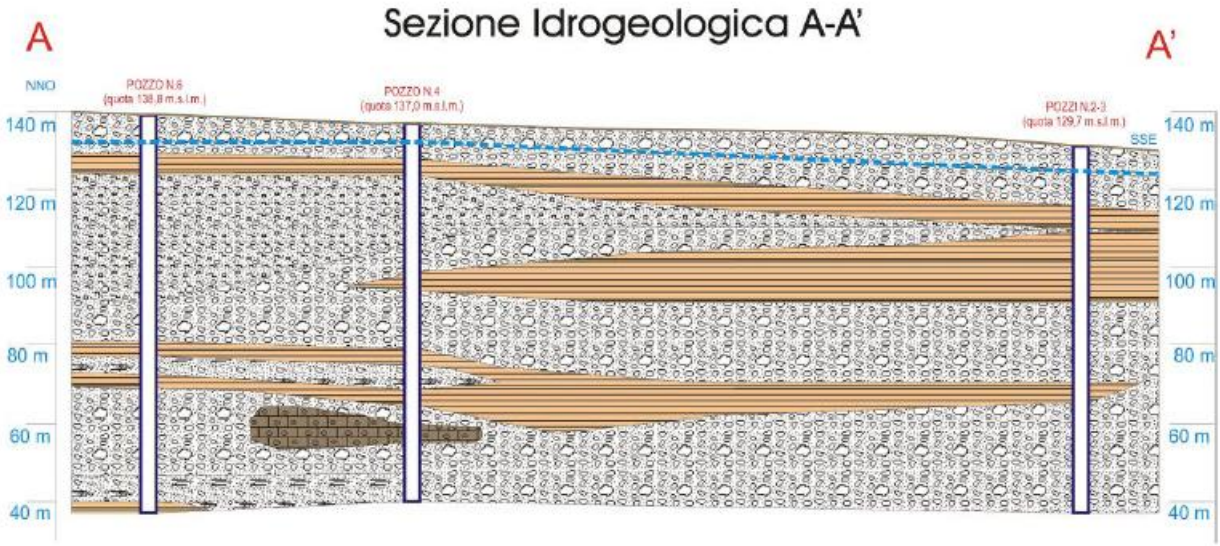
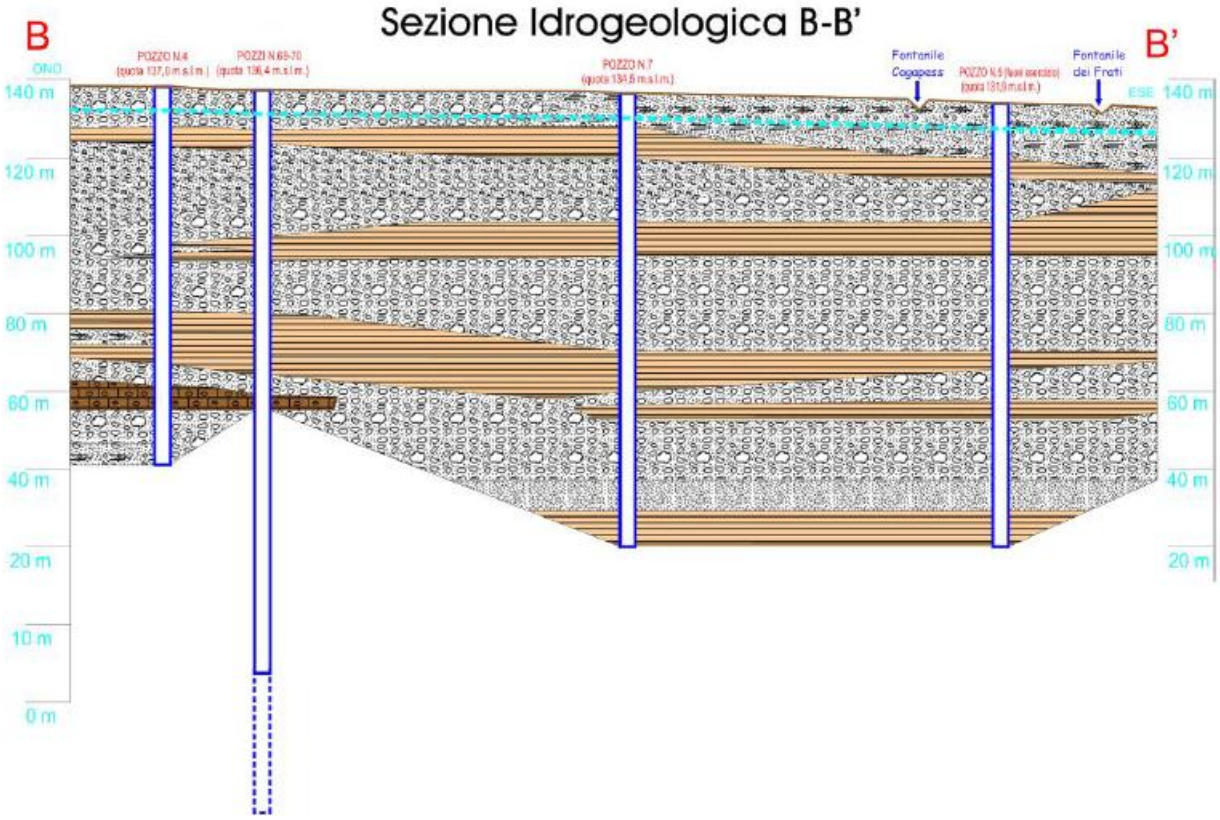


FIGURA 4-11 SEZIONE IDROGEOLOGICA ONO-ESE (FUORI SCALA, PGT 2009)



5. MODELLO NUMERICO DI FLUSSO

È stato sviluppato un modello di flusso delle acque sotterranee finalizzato alla valutazione delle interferenze tra la falda e le opere previste per il nuovo Data Center ML10x di Settimo Milanese. Lo studio ha considerato sia la fase di realizzazione dell'opera, durante la quale sarà necessario effettuare attività di dewatering per consentire l'esecuzione degli scavi in condizioni di sicurezza, sia la successiva fase di esercizio del Data Center.

5.1 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO NUMERICO

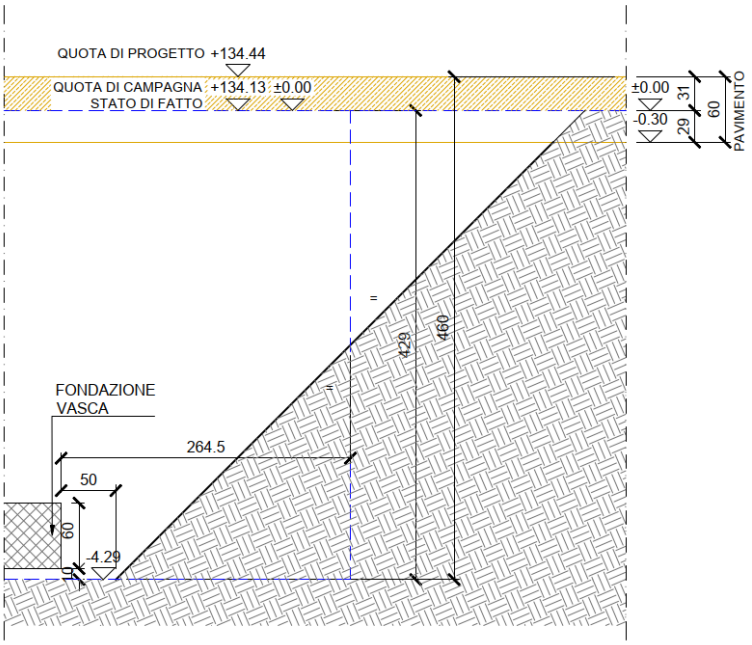
Le simulazioni di flusso della falda sono state effettuate tramite il codice agli elementi finiti "Modflow USG Transport" (USGS), utilizzando l'interfaccia grafica Groundwater Vistas v. 9.19 Build 36 (ESI). Il modello è stato sviluppato con le seguenti caratteristiche:

- **Dominio discretizzato mediante una griglia a maglia variabile**, con infittimento locale in corrispondenza del sito di intervento al fine di rappresentare con maggiore dettaglio i pali di fondazione e le relative interazioni con la falda;
- **Conducibilità idraulica dell'acquifero** definita sulla base dei risultati di prove di pompaggio (pumping test) disponibili nel territorio comunale di Settimo Milanese, ritenuti rappresentativi delle condizioni idrogeologiche dell'area di studio;
- **Modello stratificato in tre layer**, Modello stratificato in tre layer, definiti per rappresentare le principali quote di interesse ai fini della simulazione idrogeologica. In particolare:
    - Layer 1: rappresenta il volume di terreno compreso tra il piano campagna e la quota di fondo scavo delle vasche di laminazione ed è stato introdotto per simulare correttamente le attività di dewatering associate alla realizzazione delle opere interrate;
    - Layer 2: rappresenta il volume di terreno interessato dall'infissione dei pali di fondazione e consente di valutare l'interazione tra le opere di fondazione e il flusso idrico sotterraneo;
    - Layer 3: rappresenta la porzione più profonda dell'acquifero ed è delimitato inferiormente dalla base dell'acquifero stesso, ricostruita sulla base delle informazioni stratigrafiche disponibili dalle perforazioni profonde presenti all'interno e all'esterno dell'area di studio;
- **Condizioni al contorno di tipo Constant Head (CHD)** impostate a monte e a valle dell'area di studio, definite sulla base della ricostruzione piezometrica relativa alle condizioni di massimo livello di falda rilevate nel mese di settembre 2025;
- **Condizioni di No Flow** applicate ai limiti laterali del dominio di modellazione;
- **Assenza della ricarica areale (RCH)**, in quanto il regime di flusso risulta già definito dalle condizioni al contorno assegnate.

5.2 SIMULAZIONE DELLA FASE DI CANTIERE (DEWATERING)

Al fine di consentire la realizzazione delle vasche di laminazione delle acque meteoriche, è stata simulata un'attività di dewatering temporanea limitata alle aree di scavo. Le opere prevedono uno scavo fino a una profondità di circa 4,6 m dal piano campagna; per garantire adeguate condizioni operative durante le attività di cantiere, il livello di falda da mantenere è stato fissato a una quota pari a 0,5 m al di sotto del fondo scavo (Figura 5-1)**.**

FIGURA 5-1 SEZIONE DI PROGETTO DELLA FONDAZIONE DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE



La simulazione è stata sviluppata considerando una durata complessiva delle attività di 60 giorni. I risultati del modello indicano una portata di emungimento pari a circa 1.800 m³/giorno per ciascuna area di scavo al termine del periodo simulato, necessaria al raggiungimento e al mantenimento dell'abbassamento piezometrico richiesto.

La Figura 5-2 riporta l'andamento temporale dell'altezza piezometrica, da cui si evince un abbassamento piezometrico simulato in corrispondenza delle aree oggetto di dewatering, mentre la Figura 5-3 mostra l'evoluzione delle portate di emungimento necessarie per raggiungere e mantenere il livello piezometrico richiesto. La portata elevata simulata nelle prime fasi rappresenta una condizione teorica finalizzata a raggiungere rapidamente l'abbassamento previsto dal modello; nella realtà, il risultato potrà essere ottenuto mediante portate inferiori e tempi più lunghi, attualmente non definibili in assenza del dimensionamento delle opere di pompaggio. A regime, le portate si riducono progressivamente fino a stabilizzarsi intorno a **1.800 m³/giorno (20,8 l/s)**, valore necessario al mantenimento delle condizioni di dewatering previste.

FIGURA 5-2 ANDAMENTO DEL LIVELLO PIEZOMETRICO SIMULATO NELL'AREA DI DRENAGGIO

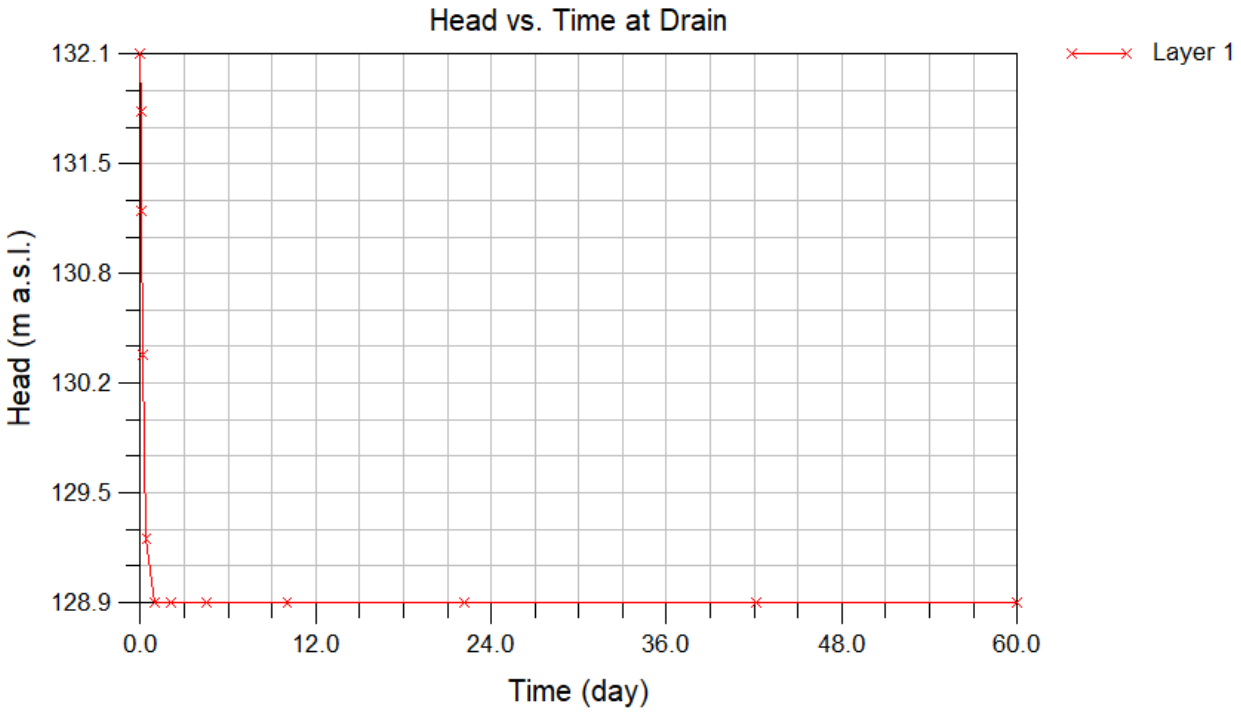
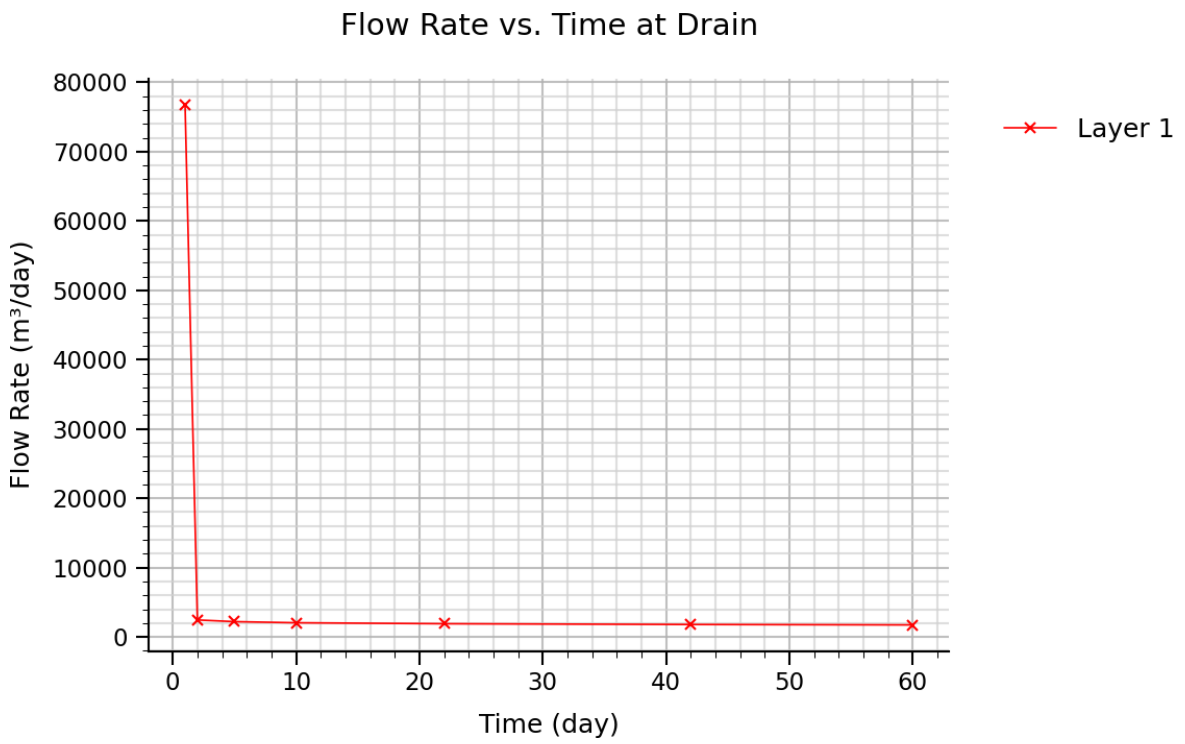


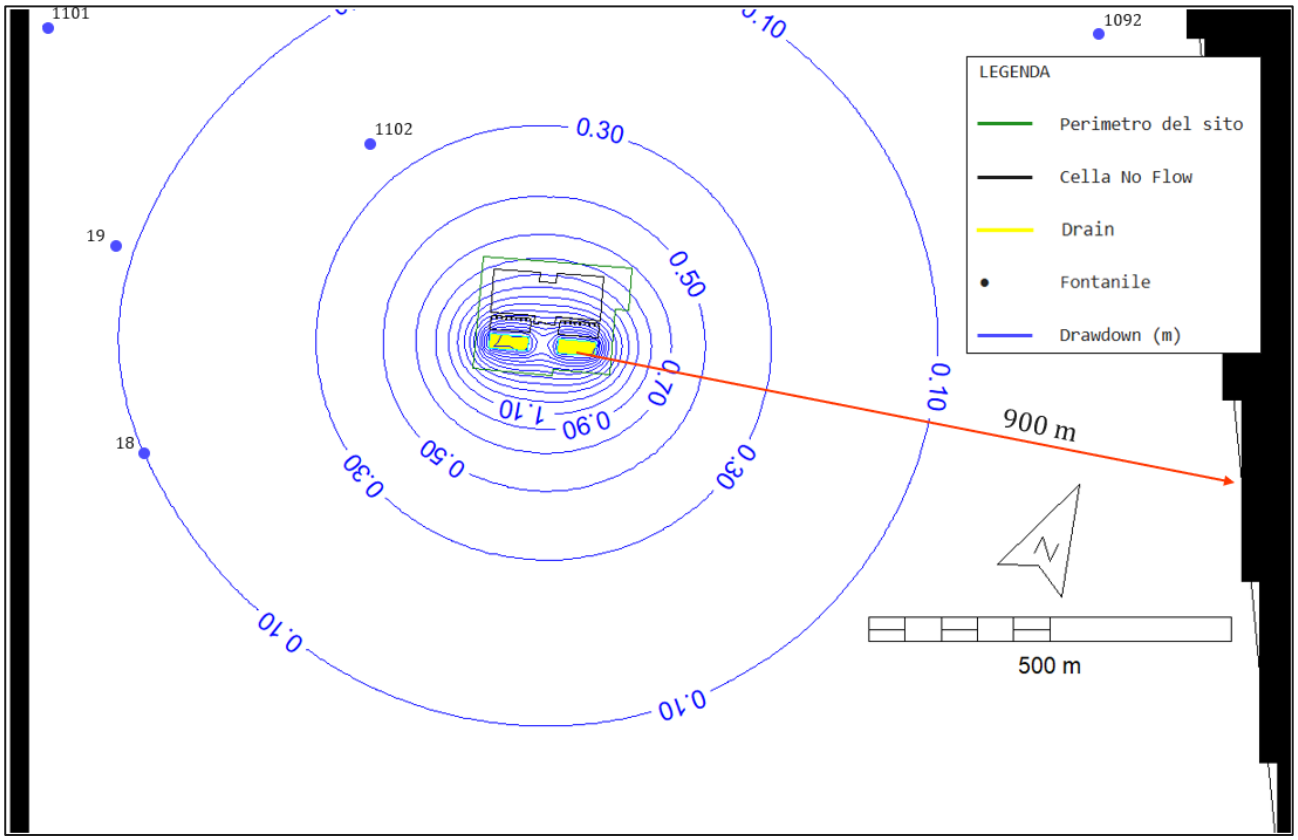
FIGURA 5-3 ANDAMENTO DELLA PORTATA DI EMUNGIMENTO DURANTE IL PERIODO DI DEWATERING.



Al termine del periodo simulato, l'abbassamento massimo della falda risulta pari a circa 3,3 m rispetto alle condizioni piezometriche iniziali. Le simulazioni evidenziano la formazione di un cono di abbassamento che si estende progressivamente dall'area di intervento fino ai limiti del dominio di modellazione. L'effetto del dewatering si attenua con la distanza dalle opere di drenaggio, risultando dell'ordine di pochi centimetri ai limiti del modello, ubicati a circa 900 m dalle aree di scavo (Figura 5-4).

Con riferimento ai fontanili presenti nell'area di influenza del modello, individuati quali principali recettori sensibili, i risultati evidenziano abbassamenti piezometrici generalmente contenuti e dell'ordine di pochi centimetri. In corrispondenza del fontanile più vicino si registra un abbassamento massimo pari a circa 10 cm, mentre per tutti gli altri fontanili le variazioni piezometriche simulate risultano inferiori. Si evidenzia inoltre che tali effetti sono temporanei e limitati alla durata delle attività di cantiere e delle operazioni di dewatering; al termine delle stesse è atteso un rapido recupero delle condizioni piezometriche naturali. I fontanili considerati nell'analisi sono riportati nella mappa di Figura 5-4.

FIGURA 5-4 CONO DI DEPRESSIONE SIMULATO AL TERMINE DELLE ATTIVITÀ DI DEWATERING. LE ISOLINEE RAPPRESENTANO L'ABBASSAMENTO PIEZOMETRICO (M) RISPETTO ALLE CONDIZIONI INIZIALI.



5.2.1 GESTIONE DELLE ACQUE DI FALDA EMUNTE

Le attività di dewatering saranno limitate alla fase di realizzazione delle vasche di laminazione e avranno carattere esclusivamente temporaneo. Le acque di falda intercettate durante le operazioni di drenaggio saranno raccolte e gestite nel rispetto della normativa vigente e delle eventuali prescrizioni degli Enti competenti.

In fase esecutiva saranno definite le modalità di recapito delle acque emunte, privilegiando, ove tecnicamente ed ambientalmente compatibile, il reintegro nel sistema idrico superficiale o il convogliamento verso idoneo recapito autorizzato. Le acque emunte saranno periodicamente sottoposte a campionamento e analisi chimica per la determinazione dei parametri previsti dal Piano di Monitoraggio Ambientale. Qualora dalle analisi emergessero concentrazioni superiori alle CSC previste per le acque sotterranee, saranno valutati e adottati idonei sistemi di trattamento finalizzati alla riduzione della massa di contaminanti, in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06, prima dell'eventuale scarico o recapito delle acque.

Al termine delle attività di cantiere il sistema di dewatering sarà dismesso e il livello piezometrico tornerà progressivamente alle condizioni naturali antecedenti l'intervento

5.3 SIMULAZIONE DELLA FASE DI ESERCIZIO

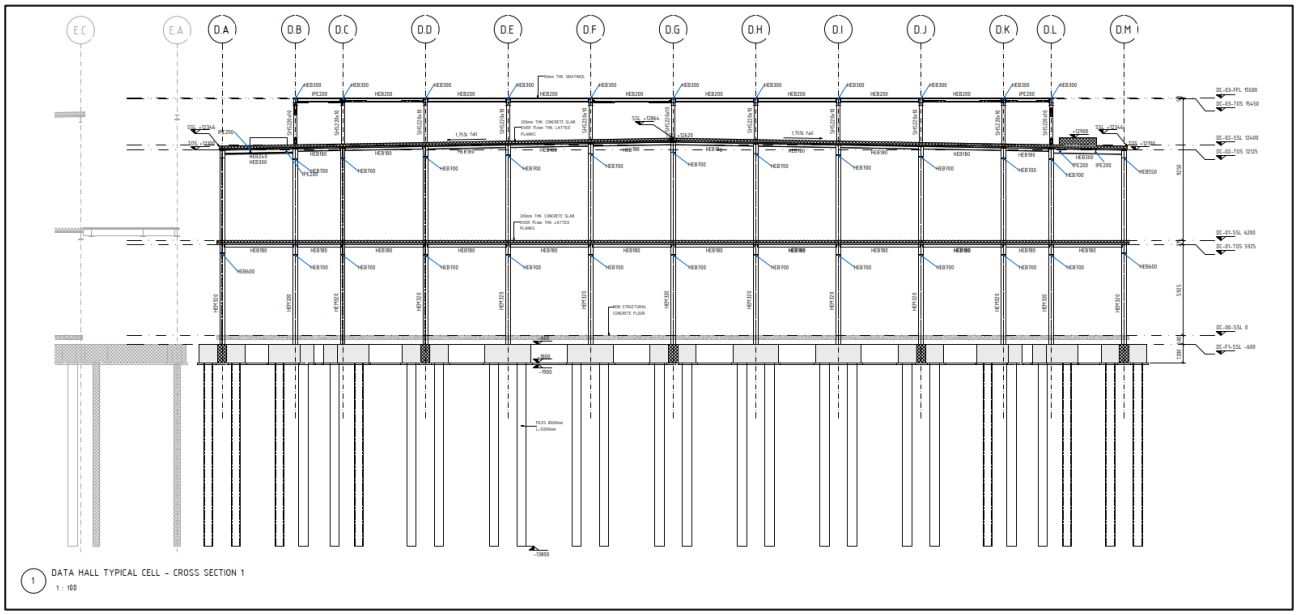
Al fine di valutare le possibili interferenze tra le opere previste e il regime di flusso della falda, è stato implementato uno scenario modellistico rappresentativo della configurazione finale del

Data Center. In particolare, i pali di fondazione e le vasche di laminazione sono stati schematizzati come elementi impermeabili mediante l'applicazione di condizioni di No Flow (Figura 5-5).

I pali di fondazione, caratterizzati da un diametro di progetto pari a 0,60 m e da una profondità di 13,8 m dal piano campagna, sono stati rappresentati nel modello mediante celle No Flow di dimensioni 0,78 × 0,78 m. Tale approssimazione comporta la rappresentazione di una superficie leggermente superiore a quella reale del palo, adottando pertanto un approccio conservativo nella valutazione delle possibili interferenze idrauliche indotte dalle opere di fondazione.

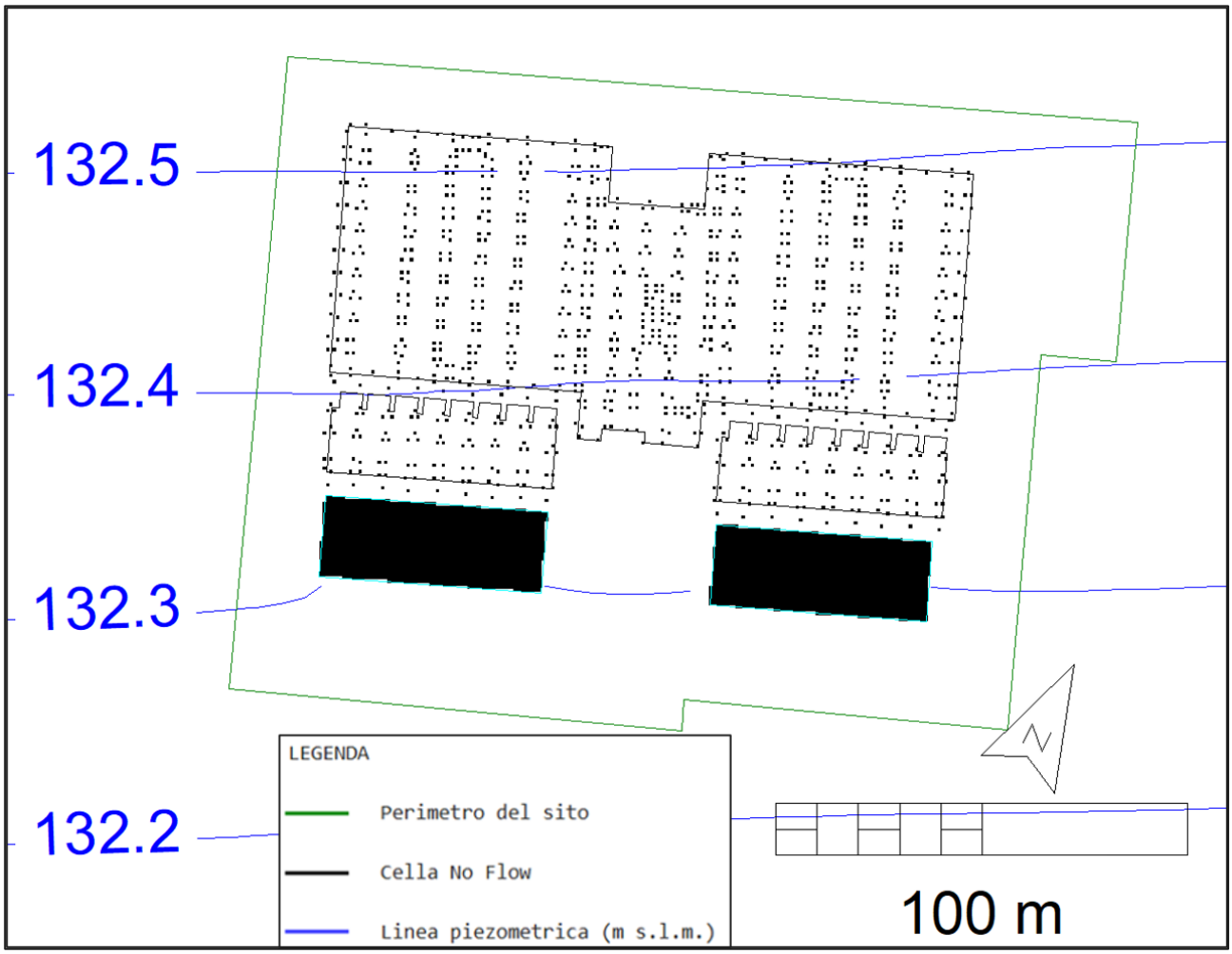
Le vasche di laminazione sono state invece rappresentate mantenendo l'estensione planimetrica prevista dal progetto e una profondità pari a 4,6 m dal piano campagna, applicando analogamente condizioni di No Flow al volume occupato dalle strutture interrate.

FIGURA 5-5 SEZIONE TRASVERSALE DEL DATA HALL CON INDICAZIONE DELLA STRUTTURA PORTANTE E DELLE FONDAZIONI.



La Figura 5-6 riporta la configurazione delle opere all'interno del modello e la distribuzione delle variazioni piezometriche indotte dalla loro presenza. I risultati evidenziano una modesta interferenza con il flusso di falda, limitata prevalentemente alla porzione più superficiale dell'acquifero e alle immediate vicinanze delle strutture interrate.

FIGURA 5-6 RAPPRESENTAZIONE DELLE OPERE PREVISTE IN FASE DI ESERCIZIO (PALI DI FONDAZIONE E VASCHE DI LAMINAZIONE) E DELLE RELATIVE INTERFERENZE SUL REGIME DI FLUSSO DELLA FALDA.



Le simulazioni mostrano come la presenza delle opere determini esclusivamente lievi modifiche locali del campo di moto della falda, senza alterazioni significative del regime di flusso a scala dell'area di studio. Le variazioni piezometriche risultano pertanto contenute e circoscritte all'intorno delle opere, confermando la limitata incidenza dell'intervento sulle condizioni idrogeologiche del sito.

6. CONCLUSIONI

Il presente studio ha consentito di approfondire l'assetto geologico, idrografico e idrogeologico dell'area interessata dal progetto Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese, con particolare riferimento alla presenza della falda superficiale, alla dinamica piezometrica locale e alle possibili interferenze con le opere previste in fase di costruzione e di esercizio.

L'inquadramento geologico e stratigrafico ha evidenziato che il sottosuolo dell'area è costituito prevalentemente da depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi ad elevata permeabilità, riconducibili al sistema acquifero superficiale della pianura milanese. Le indagini disponibili confermano la presenza di una falda freatica poco profonda, con soggiacenza generalmente compresa tra circa 2 e 4 m dal piano campagna, influenzata dalle naturali oscillazioni stagionali dell'acquifero.

Le simulazioni numeriche sviluppate per la fase di cantiere hanno valutato gli effetti delle attività temporanee di dewatering necessarie alla realizzazione delle vasche di laminazione delle acque meteoriche. I risultati indicano che l'abbassamento piezometrico massimo è localizzato in corrispondenza delle aree di scavo e tende ad attenuarsi progressivamente con la distanza. In corrispondenza dei fontanili, individuati quali principali recettori sensibili, le variazioni piezometriche simulate risultano contenute e di carattere temporaneo, con recupero atteso delle condizioni naturali al termine delle attività di drenaggio.

Per la fase di esercizio, la modellazione ha evidenziato che la presenza delle opere interrate, incluse fondazioni e vasche di laminazione, determina esclusivamente modifiche locali e limitate del campo di moto della falda. Non sono attese alterazioni significative del regime di flusso a scala dell'area di studio né interferenze tali da compromettere l'assetto idrogeologico locale.